



Escola Superior d'Enginyeries Industrials,
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

MÀSTER EN ENGINYERIA INDUSTRIAL

Curs 2018-2019 Q1

TREBALL FINAL DE MÀSTER

Estudi de viabilitat i implantació d'un sistema
d'aprofitament i reciclatge de les aigües grises i pluvials
en una instal·lació esportiva

UPC

Autor:

Carlos Mandome García

Director:

David Dolcet Butsems

Co-Director:

Miquel Casals Casanova

ESEIAAT 2018-2019 Q1

Índex

1.	Introducció	1
1.1.	Motivació del projecte	1
1.2.	Definició dels objectius i l'abast	1
1.3.	Anàlisi de l'estat de l'art.....	2
2.	Desenvolupament teòric.....	4
2.1.	Conceptes previs	4
2.2.	Reciclatge de les aigües grises i pluvials.....	6
2.3.	Estudi de les tecnologies aplicables	8
2.3.1.	Tipologia de filtres aplicables	8
2.3.2.	Sistemes de reciclatge d'aigües grises sense tractament o purificació	11
2.3.3.	Sistemes de reciclatge d'aigües grises amb purificació i descontaminació	12
2.3.3.1.	Tractaments físics.....	13
2.3.3.2.	Tractaments físics i químics.....	14
2.3.3.3.	Tractaments híbrids.....	15
2.3.4.	Sistemes de reciclatge d'aigües grises procedents de la neteja dels filtres de les piscines	15
2.3.5.	Recol·lecció de les aigües pluvials.....	16
2.4.	Elements de la instal·lació	18
3.	Desenvolupament pràctic	21
3.1.	Descripció del centre esportiu	21
3.2.	Consums d'aigua del centre	22
3.2.1.	Anàlisi de l'aigua consumida per la neteja del filtre de la piscina.....	24
3.2.2.	Anàlisi de l'aigua consumida pel sistema de reg del camp de futbol	26
3.3.	Proposta de reciclatge aigües grises del filtre de la piscina pel reg del camp de futbol i fluxors	27
3.4.	Estudi dels volums d'aigües pluvials amb potencial a ser reutilitzats.....	28
3.4.1.	Anàlisi de les cobertes del centre esportiu	28
3.4.2.	Superfície de recollida i previsió del volum d'aigua aprofitable	30
3.4.3.	Pluviometria de Barcelona	31
3.5.	Proposta d'aprofitament de l'aigua de la pluja per alimentació de fluxors d'inodors	32
3.6.	Estudi de viabilitat reciclatge de les aigües grises provinents de les dutxes	34
3.7.	Proposta d'implementació instal·lacions de reciclatge d'aigües grises i pluvials	35
3.7.1.	Instal·lació de reciclatge d'aigües grises provinents de la neteja del filtre de la piscina	35
3.7.2.	Instal·lació de reciclatge d'aigües pluvials	39

3.7.3.	Instal·lació existent del reg del camp de futbol	41
3.7.4.	Zona escollida per realitzar la instal·lació	42
3.7.5.	Esquema de principi	43
3.7.6.	Funcionament sistema de gestió	45
3.7.7.	Esquemes de fontaneria.....	47
4.	Valoració econòmica	58
4.1.	Balanç d'aigua anual estalviada en cost.....	58
4.2.	Costos de les instal·lacions.....	58
4.2.1.	Instal·lació de reciclatge de les aigües pluvials	58
4.2.2.	Instal·lació de reciclatge d'aigües grises de la neteja del filtre de la piscina	60
4.3.	Període de retorn de la inversió.....	61
5.	Conclusions	62
6.	Bibliografia	63
7.	Annex.....	65
7.1.	Normativa instal·lacions de sanejament	65
7.1.1.	Dimensionat de la xarxa d'evacuació d'aigües pluvials (extret del DB-HS 5).....	65
7.1.1.1.	Xarxa de petita evacuació d'aigües pluvials	65
7.1.1.2.	Canalons	65
7.1.1.3.	Baixants d'aigües pluvials.....	66
7.1.1.4.	Col·lectors d'aigües pluvials	67
7.1.1.5.	Dimensionament arquetes.....	67
7.1.2.	Dimensionat de la xarxa d'AFS d'aigües per fluxors (extret del DB-HS 4)	67
7.1.2.1.	Propietats de la instal·lació	67
7.1.2.2.	Càlcul de les bombes del grup de pressió	69
7.1.2.3.	Dimensionament del dipòsit de pressió.....	69
7.2.	Càlculs de les instal·lacions proposades.....	70
7.2.1.	Càlculs instal·lacions d'aigües destinades a inodors amb fluxors	70
7.2.2.	Càlculs instal·lacions d'aigües pluvials proposades.....	73
7.2.2.1.	Càlcul dels col·lectors	73
7.2.2.2.	Càlcul dels baixants	74
7.2.2.3.	Càlcul de les arquetes.....	74

Índex d'il·lustracions

Imatge 1: Cicle de l'aigua. Font: Pròpia.....	4
Imatge 2: Filtre de sorra. Font: www.hidroshop.mx	9
Imatge 3: Carbó granular activat. Font: www.suezwaterhandbook.com	10
Imatge 4: Zeolita Font: www.zeocol.com	10
Imatge 5: Sistema sense tractament. Font: CS-AG Aqua España.....	11
Imatge 6: Sistemes amb tractament. Font: CS-AG Aqua España	12
Imatge 7: Exemple de reciclatge d'aigües amb curt temps de reacció. Font: CS-AG Aqua España	13
Imatge 8: Exemple de reciclatge d'aigües amb tractament biològic. Font: CS-AG Aqua España	14
Imatge 9: Exemple de reciclatge amb tractament físic i químic. Font: CS-AG Aqua España	15
Imatge 10: Reciclatge d'aigües grises neteja filtres de piscines. Font: pròpia	16
Imatge 11: Recol·lecció d'aigües pluvials. Font: Aguas pluviales	17
Imatge 12: Imatge aèria del centre esportiu.....	21
Imatge 13: Imatge de la piscina amb coberta retràctil estesa	22
Imatge 14: Coberta retràctil estesa.....	22
Imatge 15: Piscina amb vas regulador o de compensació. Font: Centre Esportiu	24
Imatge 16: Vista aèria de la coberta del pavelló	29
Imatge 17: Vista aèria de la coberta del gimnàs	29
Imatge 18: Vista aèria coberta retràctil de la piscina.....	30
Imatge 19: Modificació al sistema de neteja del filtre de la piscina	36
Imatge 20: Catàleg dipòsits enterrats Totaigua.	38
Imatge 21: Filtre d'aigües pluvials VF2 3P.....	39
Imatge 22: Catàleg dipòsits enterrats Totaigua.	40
Imatge 23: Panell de regulació de cloració C640 Asepma.	40
Imatge 24: Canyó RAIN BIRD.....	41
Imatge 25: Zona escollida per la instal·lació	42
Imatge 26: Vista de perfil de la zona escollida	43
Imatge 27: Estat actual zona escollida	43
Imatge 28: Inodor amb fluxor més desfavorable	71

Índex de taules

Taula 1: Annex III del RD. 742/2013: Freqüència mínima de mostreig.....	3
Taula 2: Requisits aigües grises. Font: Guia técnica Española de reciclaje de Aguas Grises.....	7
Taula 3: Volums d'aigua filtratge de la piscina.....	26
Taula 4: Volums d'aigua reg del camp de futbol.....	27
Taula 5: Balanç d'aigua reutilitzable.....	27
Taula 6: Volum d'aigües pluvials que es poden recollir	32
Taula 7: Hipòtesi aigua consumida pels fluxors del centre esportiu.....	33
Taula 8: Comparació aigües pluvials amb aigües per fluxors.....	33
Taula 9: Comparació volums d'aigua	34
Taula 10: Taula de vàlvules de regulació automàtica	45
Taula 11: Sensors de nivell	45
Taula 12: Estat vàlvules per abastiment de fluxors.....	47
Taula 13: Estat vàlvules per abastiment del reg el camp de futbol	47
Taula 14: Diàmetres instal·lació xarxa d'inodors amb fluxors	70
Taula 15: Pèrdua de pressió a cada tram de la instal·lació	71
Taula 16: Accessoris de cada tram fins l'inodor més desfavorable.....	72
Taula 17: Dimensions arquetes.....	75

UPC

1. Introducció

1.1. Motivació del projecte

L'estalvi dels recursos naturals és un tema molt important a tractar que a dia d'avui encara roman pendent d'estudiar profundament. Tot i que s'han fet avenços en aquesta matèria, encara queda molt camí per aconseguir aprofitar al màxim la vida útil d'aquests recursos, reaprofitant-los sempre que sigui possible.

Aquest treball està enfocat a estalviar aigua, ja sigui mitjançant la reutilització de les aigües grises, com utilitzar l'aigua de la pluja per aquelles aplicacions que no impliquin el consum humà, com podria ser per inodors, neteja, reg, etc.

Reaprofitar l'aigua presenta la complexitat que s'ha de disposar d'un sistema de canonades, filtratge, dipòsits i unitats de tractament destinades únicament a aquesta finalitat. Per tant, és tot un sistema a part de les instal·lacions habituals dels edificis. Per aconseguir-ho, s'ha escollit un centre esportiu, ja que el sistema precisa de grans quantitats d'aigua i d'usuaris que puguin reutilitzar-la, així com disposar de l'espai per poder realitzar les instal·lacions pertinents esmentades anteriorment.

La principal motivació d'aquest treball és el coneixement de la quantitat d'aigua que es malgasta, aigua que pràcticament no s'ha embrutat i que es podria reutilitzar per finalitats que no impliquin beure-la, i aconseguir reutilitzar-la mitjançant instal·lacions de reaprofitament.

Segonament, poder aplicar coneixements adquirits al llarg el màster, consolidar-los i ampliar-los d'una forma pràctica que es puguin implementar en unes instal·lacions reals.

1.2. Definició dels objectius i l'abast

L'objectiu del projecte és trobar solució a una problemàtica existent: malbaratament de l'aigua. S'avaluarà la casuística a un complex esportiu, i s'estudiarà la viabilitat d'implantar un sistema de reciclatge i aprofitament de les aigües residuals que genera, així com aigües grises, aigües de neteja dels filtres de la/les piscines, entre d'altres. Tanmateix, s'aprofitaran les aigües pluvials pel mateix propòsit i així obtenir majors quantitats.

Els objectius definits per aquest projecte, per tant, són els següents:

- Avaluació i definició del centre esportiu i les seves instal·lacions.
- Estudi dels consums d'aigua existents al centre esportiu i classificar-los per tipologia segons la seva finalitat. (aigua sanitària, aigua destinada al filtratge de les piscines, reg...).
- Estudi dels recursos disponibles, determinant els cabals i volums d'aigua aptes per ser reutilitzats, provinents del centre.
- Estudi dels volums d'aigües pluvials aprofitables i com incorporar-los al sistema de reciclatge.
- Definició dels sistemes de tractament i alternatives.
- Definició tècnica de la solució proposada.
- Estudi de viabilitat i proposta econòmica.

1.3. Anàlisi de l'estat de l'art

Un dels punts més importants a analitzar és la/les piscines del club esportiu. La normativa establerta sobre els criteris tècnics-sanitaris de les piscines està regulat pel Reial Decret 742/2013 a nivell nacional, i pel Decret 95/2000 a nivell autonòmic de Catalunya, al qual s'aprova el Reglament sanitari de piscines d'ús públic.

L'Article 22.1 del Decret 95/2000 determina que l'aigua dels vasos de les piscines ha de renovar-se contínuament durant el període d'obertura al públic, ja sigui mitjançant recirculació, prèvia depuració, o bé per entrada d'aigua nova. Aquesta circulació de l'aigua ha de permetre una renovació total de la mateixa i alhora assegurar el compliment de les previsions dels articles 19 i 20 del mateix Decret. Aquests articles defineixen les característiques que ha de disposar l'aigua de les piscines, com els nivells de pH, la quantitat de clor, estar lliure de microorganismes patògens, etc. L'estudi dels paràmetres de l'aigua es realitza mitjançant mostreigs amb freqüències definides a l'annex III del Reial Decret 742/2013. Per tant, no es defineix un número de vegades que cal renovar l'aigua dels vasos, han de ser les vegades necessàries per complir les condicions òptimes de l'aigua.

Controls	A l'aigua	A l'aire	Freqüència mínima	Lloc on s'han de realitzar els controls
Inicial	Tots	Tots	1 cop, segons el senyalat a l'article 11.2.a)	A laboratoris i en els comptadors de la piscina
Rutina	pH, desinfectant residual, terbolesa, transparència, temperatura, temps de recirculació	Tots	Al menys 1 cop al dia i segons el senyalat a l'article 11.4 pel matí abans d'obrir les piscines al públic	In situ i als comptadors de la piscina.
Periòdic	Tots	Tots	Al menys un cop al mes i segons el senyalat a l'article 11.4	A laboratori i als comptadors de la piscina

Taula 1: Annex III del RD. 742/2013: Freqüència mínima de mostreig

Degut al filtratge per la depuració de l'aigua a les piscines, trobem que un dels majors consums d'aigua prové de la neteja d'aquests filtres. Aproximadament, es realitzen 1,5 neteges al dia a l'estiu, i 1 neteja cada 2 dies a l'hivern. La neteja d'aquest sol durar uns 10 minuts, als quals es consumeixen 10m³ d'aigua de mitjana. Aquesta quantitat considerable d'aigua (uns 3.500m³ anuals aproximadament) no és reutilitzada de cap manera, es llança al clavegueram. Per tant, trobem aquí un punt important a millorar durant la realització d'aquest projecte.

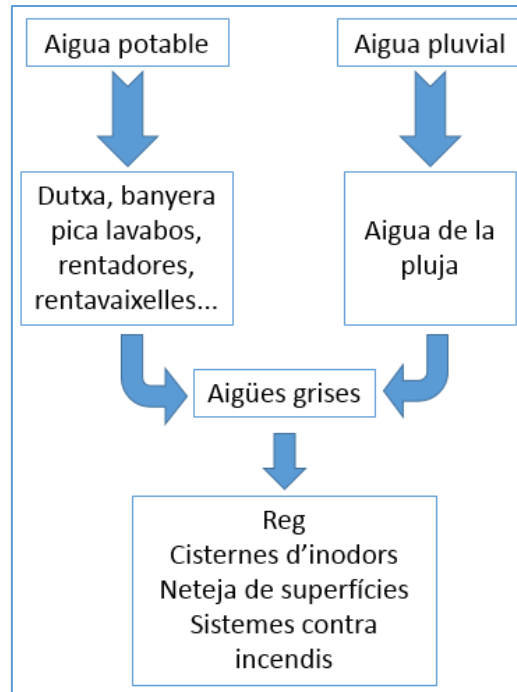
Per altra banda, coneixem que per regar un camp de futbol es destinen aproximadament 9m³ d'aigua diaris, que pot arribar a superar els 3.000m³ anuals. Podem observar en aquest punt que es podria arribar a aprofitar l'aigua provinent de la neteja dels filtres per regar un camp de futbol, o similars.

Si bé l'aigua d'aigua calenta i freda sanitàries no podran provenir d'altres fonts d'aigua que no sigui de la xarxa, si que es pot reutilitzar per altres finalitats. Principalment, com a proposta inicial, aquesta es podria destinar als inodors dels banys. Cal conèixer els consums per estudiar si aquesta proposta seria viable, o bé si caldrà afegir o destinar l'excés d'aigua a altres aplicacions.

2. Desenvolupament teòric

2.1. Conceptes previs

Dins les tipologies d'aigües podem distingir tres tipus: aigües blanques, aigües grises i aigües negres. Per altra banda, un altre tipus són les aigües pluvials, que es podrien considerar dins del grup de les aigües grises, però que cal diferenciar com dos tipus diferents.



Imatge 1: Cicle de l'aigua. Font: Pròpia.

S'anomenen aigües blanques o bé aigües aptes pel consum humà a les aigües que compleixen els criteris de qualitat de la normativa vigent segons el R.D. 140/2003, del 7 de febrer, pel qual s'estableixen els criteris sanitaris de la qualitat de l'aigua pel consum humà. És l'aigua potabilitzada que obtenim a casa a través de les aixetes.

Dins les aigües grises, podem trobar les aigües grises brutes i les reciclades. Les aigües grises brutes corresponen a aigües residuals que procedeixen de dutxes, banyeres, les piques i filtres de les piscines. No s'inclouen les aigües provinents de les cuines, bidets, rentadores, rentavaixelles, de processos industrials, o bé que continguin productes químics contaminants, agents patògens, o restes fecals. En canvi, l'aigua gris reciclada és l'aigua gris bruta que ha estat convenientment filtrada, tractada i preparada per ser utilitzada de nou. Tot i ser apte per algunes aplicacions, mai serà apte per ser consumida com aigua potable.

Les aigües negres s'anomenen a aquelles que contenen matèries fecals o d'orina, provinents majoritàriament dels inodors.

Habitualment, les aigües grises solen ser eliminades mitjançant un sistema de clavegueram juntament amb les aigües negres, que es solen barrejar. Podem observar doncs un gran malbaratament de l'aigua, ja que les aigües grises es poden reutilitzar amb relativa facilitat, transformant-les a aigua gris reciclada. Les aigües negres, en canvi, no es poden reutilitzar per la presència de bacteries fecals com l'*Escherichia coli*, que poden produir infeccions i complicacions molt greus.

Reben el nom d'aigües pluvials a aquelles que provenen de precipitacions naturals que són recollides a través d'una xarxa de canonades pluvials amb aquesta finalitat. S'emmagatzema en dipòsits per tractar-la i ser distribuïda a través d'un circuit hidràulic independent a la xarxa d'aigua potable.

A Espanya la reutilització de les aigües depurades es defineixen a la norma establerta pel règim jurídic al R.D. 1620/2007 del 7 de desembre. Podem extreure d'aquest la diferenciació entre la reutilització i el reciclatge de les aigües grises.

Les aigües depurades són aigües residuals que han sigut sotmeses a un procés de tractament que permeti adequar la seva contaminació a la normativa d'abocaments aplicable.

Les aigües regenerades, en canvi, són aigües residuals depurades que han sigut sotmeses a un procés de tractament addicional que permet adequar la seva qualitat a l'ús que es destinen. Procedeixen de les aigües residuals urbanes amb un origen molt heterogeni. Presenten una contaminació microbiològica molt alta, pel qual la legislació de reutilització establerta fixa un nombre de paràmetres i unes estratègies de control d'acord amb el risc associat al seu ús.

Les aigües grises entren dins del terme reciclatge, ja que no presenten tanta complexitat com les aigües residuals urbanes. S'entén per aigua reciclada el conjunt d'aquells caudals que, a una instal·lació, són conduïts de nou per ser utilitzats al mateix procés o lloc al qual han sigut utilitzats anteriorment.

2.2. Reciclatge de les aigües grises i pluvials

El reciclatge de les aigües grises i pluvials comporten diversos beneficis, tant socials com econòmics.

Entre ells, podem destacar la reducció del consum de recursos convencionals provinents del medi natural. La reducció de costos tant de consum com de tractament i abocaments d'aigües residuals. Reducció dels contaminants abocats als cursos naturals, ja que destinades les aigües grises a l'agricultura, el terra permet degradar biològicament substàncies orgàniques difícils de mineralitzar. Estalvi econòmic i energètic al no haver d'instal·lar noves infraestructures de distribució o de tractament d'aigües.

Existeixen motius socials pel seu reciclatge tot i no ser totalment econòmicament viable (balanç econòmic negatiu). Aquest passen des de una imposició per normativa que obligui a la depuració i reciclatge de les aigües grises. La conscienciació de les persones pel reciclatge es transmet a les administracions, on poden generar ordenances a nivell municipal que impulsen aquest tipus de mesures. A més, aquest reciclatge pot esdevenir per costum o cultura d'un nucli poblacional específic, sobretot llocs que poden tindre limitats els recursos hídrics. També per motius amb uns objectius mediambientals.

Els camps d'aplicació més habituals pel reciclatge de les aigües grises són d'àmbit residencials, a cisternes d'inodors, reg de jardins, neteja del sòl, entre d'altres. D'àmbit públic amb el reg de zones verdes urbanes. Usos industrials, com el reciclatge de l'aigua de taladrines. Però també a instal·lacions esportives amb piscines on s'utilitzen grans quantitats d'aigua per netejar els filtres.

Cal tindre en compte que les aigües grises no es poden emmagatzemar més de 24 hores. Si es realitza aquesta pràctica, els nutrients que contenen poden començar a descompondre's, podrir-se l'aigua, i generar mals olors. Degut a que poden contenir patògens, tots els sistemes de reciclatge han de ser dissenyats de tal manera que l'aigua sigui absorbida directament pel sòl i no estigui a l'abast de persones i d'animals. De la mateixa manera, s'han d'evitar possibles estancaments d'aquestes, per evitar l'esmentat anteriorment, a més de poder generar un lloc de reproducció pels mosquits.

Anteriorment s'ha descrit que les aigües grises es poden utilitzar per l'agricultura. Les aigües grises poden ser una font de qualitat pel reg de les plantes, però també pot ser perillós per les

mateixes. Això és degut al tipus de productes químics i sabons que s'utilitzin. S'han d'evitar tot una sèrie de compostos:

- Compostos de sal i sodi: s'acumulen al sòl i poden evitar que les plantes beguin aigua. Poden afectar al seu creixement o fins i tot arribar a matar-les.
- Bor: és un microcomponent vegetal del qual les plantes s'alimenten, però que esdevé tòxic un cop han obtingut tot el que necessiten. És comú als detergents ecològics, degut a la immunitat que tenen les persones.
- Blanquejadors amb base de clor: aquest elimina els microorganismes del sòl podent arribar a matar les plantes.
- Detergents en pols amb alt contingut de sodi. En petites dosis poden ajudar a les plantes a obrir els estomes, però en excés no poden realitzar correctament l'intercanvi de gasos, esdevenint en una incorrecta fotosíntesis.

Tot i que no existeix actualment una normativa a l'estat Espanyol específica que reguli el reciclatge de les aigües grises, es poden considerar uns requisits mínims de l'aigua gris reciclada al moment del seu ús, obtinguts mitjançant alguns estudis, mostrats a la taula següent:

Aplicació	Residencial	Serveis
CONTROL a l'AIGUA TRACTADA	RESULTATS	
Terbolesa (NTU)	< 2	< 10
E. Coli (UFC/100ml)	No detectat	< 200
Biocida actiu. En cas de clor residual lliure, si s'addiciona clor (Cl ₂ mg L)	0,5 - 2,0	0,5 - 2,0
pH, si s'addiciona clor	7,0 - 8,0	7,0 - 8,0

Taula 2: Requisits aigües grises. Font: Guia técnica Española de reciclaje de Aguas Grises.

Pel que fa a les aigües pluvials, tot i que molts cops es vol realitzar un tractament conjunt, tant d'aquestes com de les aigües grises, a l'hora de la veritat es realitzen tractaments independents per ambdues aigües. Això és degut a que les aigües pluvials són elevadament netes, fet que comporta que els tractaments necessaris per la seva utilització són molt menors, menys complexes i econòmics que els que necessiten les aigües grises. Tanmateix, les quantitats a tractar són menors i irregulars, ja que són estacionals.

2.3. Estudi de les tecnologies aplicables

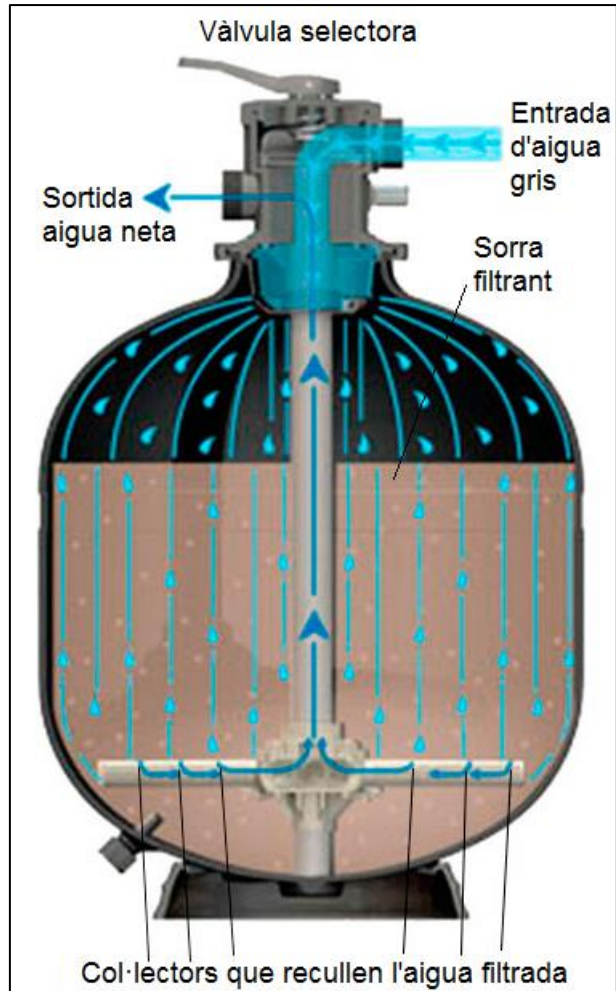
Dins dels sistemes de tractament de les aigües grises i pluvials, es poden distingir diverses etapes:

1. Etapa de recol·lecció. L'inici del procés de reciclatge de les aigües grises i pluvials comença amb un recol·lector amb l'objectiu de filtrar les partícules de grandària considerable, que pugin obstruir els següents processos, ja siguin canonades, vàlvules, bombes, dipòsits, o bé els filtres que pertanyen a la fase de depuració, tot assegurant un correcte funcionament de tot el procés.
2. Etapa d'emmagatzematge d'aigües grises i pluvials. Aquesta etapa té la finalitat d'emmagatzemar les aigües prèviament a ser tractades, o bé utilitzades en aquest estat.
3. Etapa de filtratge. L'aigua provinent del dipòsit d'aigües recol·lectades es sotmet a un procés de filtratge per eliminar les partícules contaminants. S'explicaran les diverses tipologies més comunes al punt 2.3.1.
4. Etapa de tractament de l'aigua. Actualment existeixen diferents tipus de sistemes de reciclatge d'aigua. Aquests es divideixen segons el tipus de tractament que es realitza. Podem trobar dos grups: sistemes de reciclatge d'aigües grises sense purificació, i sistemes amb purificació i descontaminació. Analitzats als següents punts 2.3.2 i 2.3.3.
5. Etapa d'emmagatzematge de l'aigua reciclada. Aquesta etapa té la finalitat d'emmagatzemar les aigües després d'haver estat filtrades i tractades degudament als seus processos predecessors.
6. Etapa de distribució. A l'etapa de distribució, composta per canonades i per un grup de pressió que s'encarregui d'impulsar l'aigua a través d'aquestes, es distribueix l'aigua del dipòsit d'aigua reciclada cap a on sigui convenient per ser utilitzada.

2.3.1. Tipologia de filtres aplicables

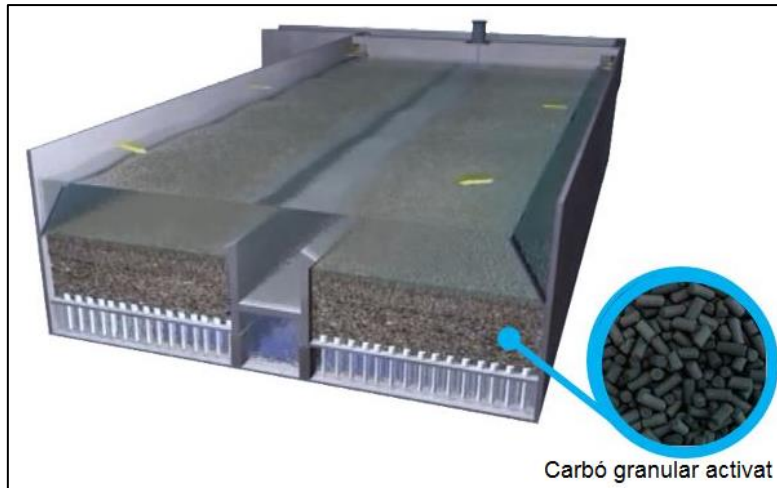
Existeixen diversos tipus de filtres destinats a complir la funció d'eliminar les partícules contaminants procedents de les aigües recol·lectades. A continuació s'expliquen els més utilitzats per aquest tipus de solucions:

- **Filtre de sorra:** consisteix en fer passar les aigües recollides a pressió per un filtre o una bateria de filtres en paral·lel compostes per un llit de sorra de granulació especial. La mida d'aquests grànuls de sorra es trien amb l'objectiu d'aconseguir el mínim espai entre ells sense causar pèrdues d'altres pressions. Els filtres eliminen sòlids en suspensió, com partícules fines i matèria col·loïdal coagulada. Aquestes queden retengudes al llit de sorra, sent eliminades posteriorment amb la neteja del llit invertint el sentit del flux de l'aigua a través del filtre. Resulten molt efectius envers les substàncies orgàniques, ja que poden acumular grans quantitats de contaminants abans que sigui necessària la seva neteja.



Imatge 2: Filtre de sorra. Font: www.hidroshop.mx

- **Filtre de carbó activat:** consisteix en un procés molt similar al filtre de sorra descrit anteriorment, però amb la diferència dels elements que intervenen en el procés de filtratge. El carbó activat consisteix en un material preparat artificialment que posseeix una alta porositat amb forats microscòpics que s'encarreguen de retenir i trencar les molècules contaminants existents al flux que el travessa. És un material absorbent i molt versàtil, degut a que les dimensions de la seva porositat poden ser controlats a voluntat per satisfer les necessitats que es presenten, variant el seu estat i forma física, com en forma de pols, granular, en fibres, teles, etc. S'activa mitjançant dos mètodes: activació química o bé activació física o del vapor. El mètode vindrà determinat segons el tipus de partícules que es vulguin filtrar. S'utilitza habitualment per eliminar molècules de clor, olors, sabors i químics orgànics.



Imatge 3: Carbó granular activat. Font: www.suezwaterhandbook.com

- **Filtre de zeolita natural:** el material d'aquests tipus de filtres pertanyen a la família dels minerals aluminosilicats cristal·lins. La zeolita és conegut com el millor sistema de filtració natural que existeix actualment pel tractament d'aigua, ja que ofereix una eficàcia superior als filtres de sorra i de carbó activat, obtenint una aigua més purificada requerint menys operacions de manteniment. Està conformada per una estructura altament microporosa, que pot arribar a retenir partícules contaminades de 4 micres de grandària. El procés de filtració és el mateix descrit als anteriors filtres. Pot també absorbir olors i contaminants orgànics.



Imatge 4: Zeolita Font: www.zeocol.com

Els filtres poden estar aplicats en forma **oberta i monocapa**, o bé poden ser **tancats i multicapa**. Els filtres monocapa consisteixen en el pas de les aigües recol·lectades a través d'una única capa de filtre que reté la matèria que troba en suspensió. En canvi, la filtració de doble capa o multicapa té per objectiu aconseguir un menor percentatge de sòlids en suspensió que arribin al material filtrant de grandària de por efectiu inferior, per obtenir així millors resultats que els filtres monocapa.

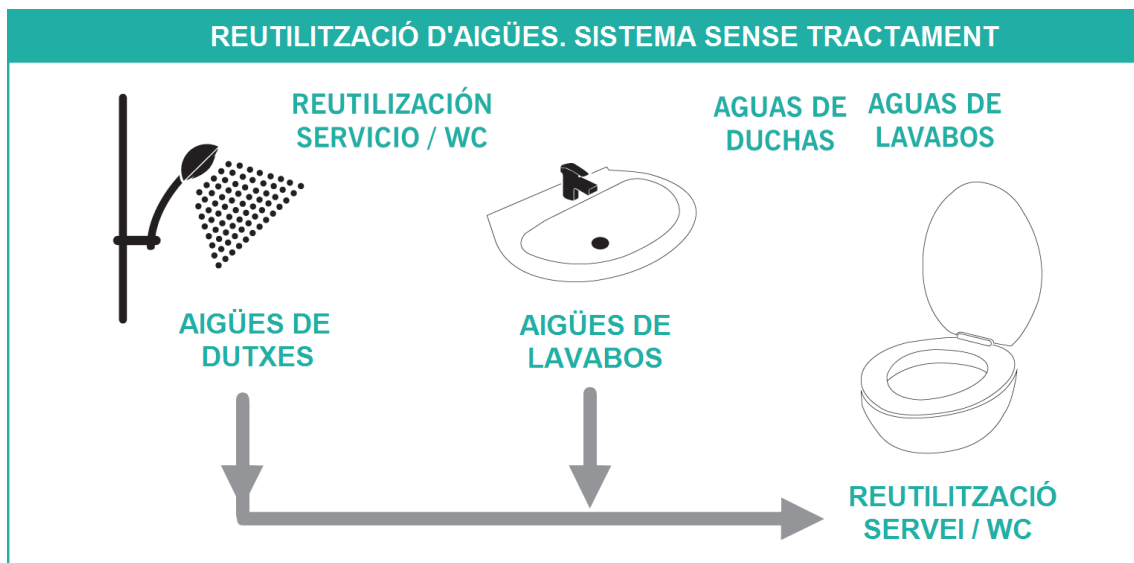
La **filtració multicapa** es sol realitzar a tancs pressuritzats, on es troben llits de materials filtrants ordenats de major a menor grandària de por tinguin. Es pot tractar una major quantitat d'aigua degut a que triga més en col·lapsar-se, però també es precisa una

major quantitat d'aigua per netejar-lo amb la inversió del sentit de l'aigua, i presenta dificultats tècniques que no afecten a un filtre monocapa.

Tot i presentar una major eficiència de filtratge, no estan implantats universalment degut al costs d'inversió que suposen, el caudal nominal de rentat, i el volum d'aigua de contra-rentat que precisa. Degut a això, avui en dia es busca optimitzar els filtres oberts de monocapa, on s'han tornat a utilitzar a la filtració de les aigües residuals.

2.3.2. Sistemes de reciclatge d'aigües grises sense tractament o purificació

Dins dels sistemes de reciclatge d'aigües grises existeix el procés de reutilització sense cap tipus de tractament, és a dir, reutilitzar l'aigua gris directament de la font de consum. Es necessita una xarxa de clavegueram exclusiva per la reutilització de les aigües grises, dividides de les aigües negres que són eliminades com habitualment. Poden disposar o no d'un dipòsit per emmagatzemar-les i reutilitzar-les a disposició.



Imatge 5: Sistema sense tractament. Font: CS-AG Aqua España

Aquest tipus de sistemes s'utilitzen sobretot pel reg, ja que les aigües grises es descomponen més ràpidament i contenen menors nivells de nitrogen i fòsfor, per tant, és aigua que afavoreix a les plantes ja que no sintetitzen aquests compostos.

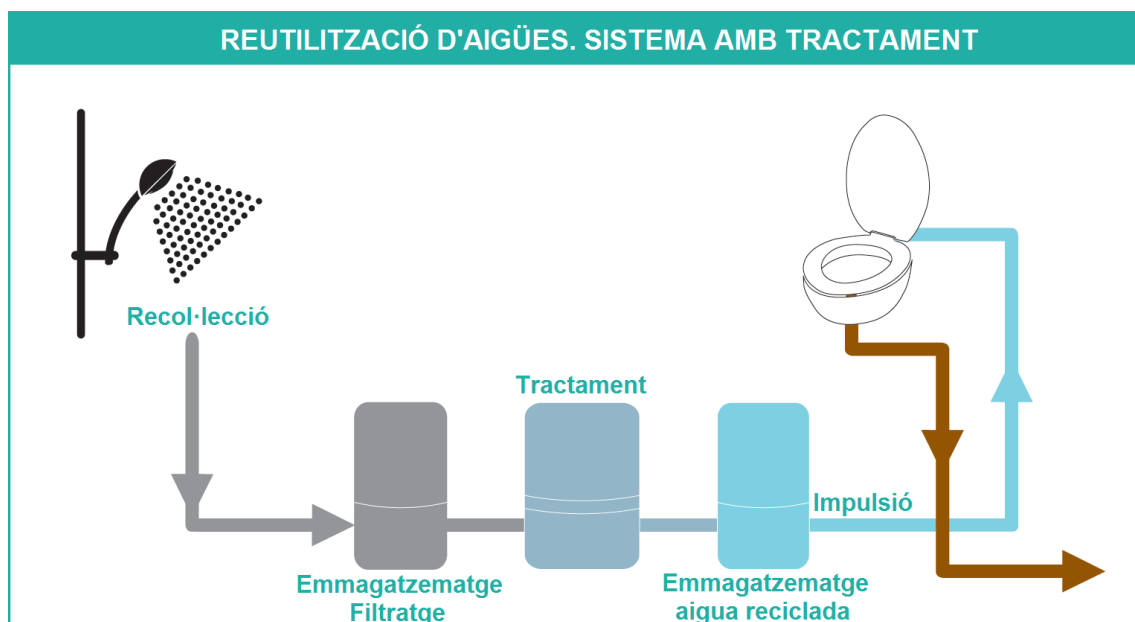
Presenta la complicació que molt sovint les aigües grises presenten petits nivells d'aigües negres. Els sistemes de reg han d'aplicar-se per sota de la superfície mitjançant sistemes de degoteig, ja

que qualsevol sistema que pugui polvoritzar l'aigua suposaria un risc per les persones per una possible inhalació d'aigua contaminada.

Les aigües grises sense tractar no poden ser emmagatzemades més de 24h, ja que es podreixen i es podria generar una eclosió de bacteries. Per tant, aquest és un bon sistema per reutilitzar l'aigua ràpidament minimitzant el temps d'estanqueïtat.

2.3.3. Sistemes de reciclatge d'aigües grises amb purificació i descontaminació

Aquests tipus de sistemes es caracteritzen per la necessitat de disposar d'una xarxa de clavegueram que reculli les aigües grises a part de les negres, i també d'un dipòsit per emmagatzemar-les i tractar-les.



Imatge 6: Sistemes amb tractament. Font: CS-AG Aqua España

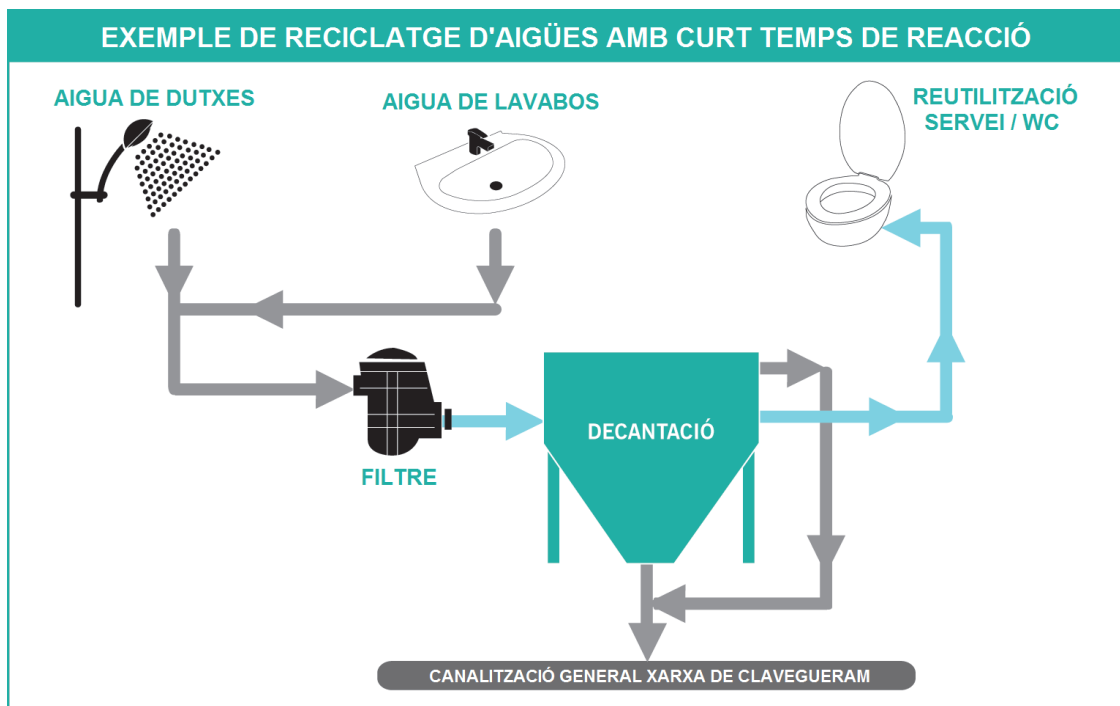
Els tractaments es divideixen en dos tipus de depuració:

- Tractaments físics: es realitzen mitjançant filtres que recullen les partícules sòlides.
- Tractaments químics: es realitzen mitjançant productes químics.

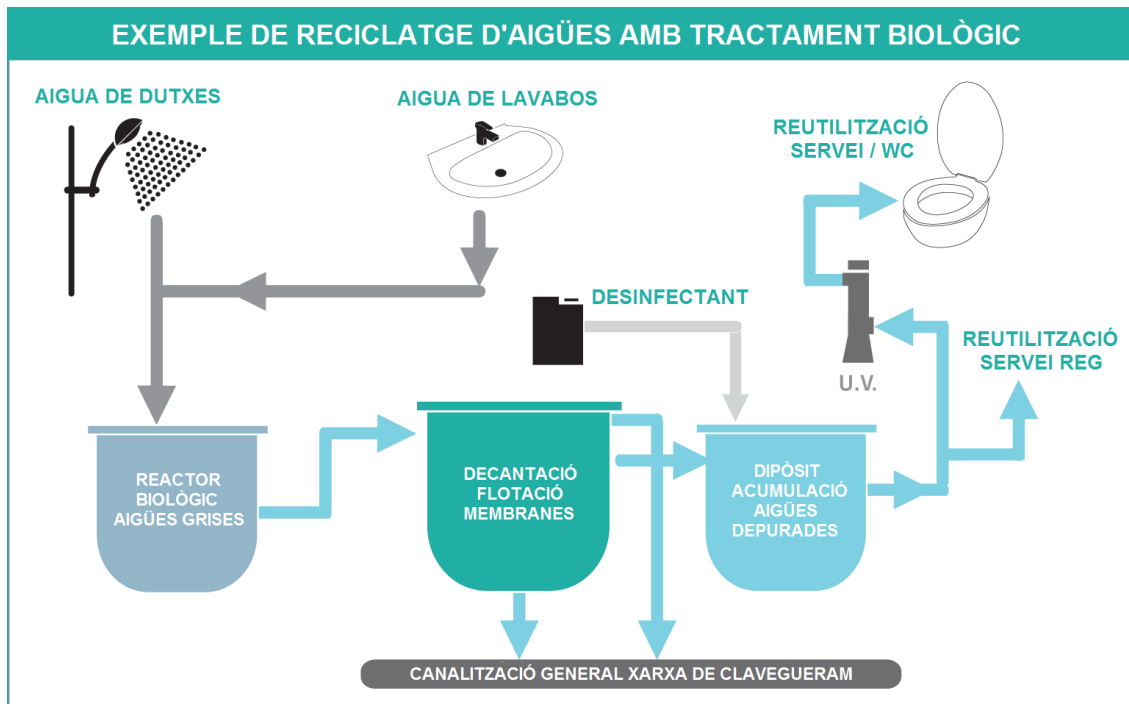
2.3.3.1. Tractaments físics

Primerament es realitzen els tractaments físics per filtrar i eliminar impureses de l'aigua, i posteriorment es tracta mitjançant productes químics. Tenen la finalitat de separar els olis, greixos i partícules en suspensió que contenen les aigües. Es solen utilitzar els filtres descrits anteriorment al punt 2.3.1.

Dins dels tractaments físics, podem trobar sistemes sostenibles de filtració com els biofiltres. Són sistemes biològics que s'encarreguen de filtrar i eliminar un gran nombre de compostos contaminants degradant la matèria orgànica present a les aigües grises mitjançant microorganismes. L'aigua passa a través d'un llit de biomassa fixada, on les substàncies contaminants són absorbides per la biopel·lícula d'aquesta on posteriorment són digerits pels microorganismes. Aquests tipus de filtres es solen utilitzar mitjançant aiguamolls artificials i bio-murs. També existeixen sistemes més compactes com el de membranes de bioreactors, que consisteix en la combinació d'un procés de membrana com la microfiltració o la ultrafiltració destinada a un procés de filtració biològic d'aigües grises mitjançant bioreactors.



Imatge 7: Exemple de reciclatge d'aigües amb curt temps de reacció. Font: CS-AG Aqua España



Imatge 8: Exemple de reciclatge d'aigües amb tractament biològic. Font: CS-AG Aqua España

Tal com indica la Guia tècnica Espanyola de recomanacions pel reciclatge d'aigües grises en edificis (Aqua España, 2011), entre els sistemes biològics destaquen tres tipus: els reactors seqüencials, els reactors biològics de membrana, i els sistemes biològics naturalitzats.

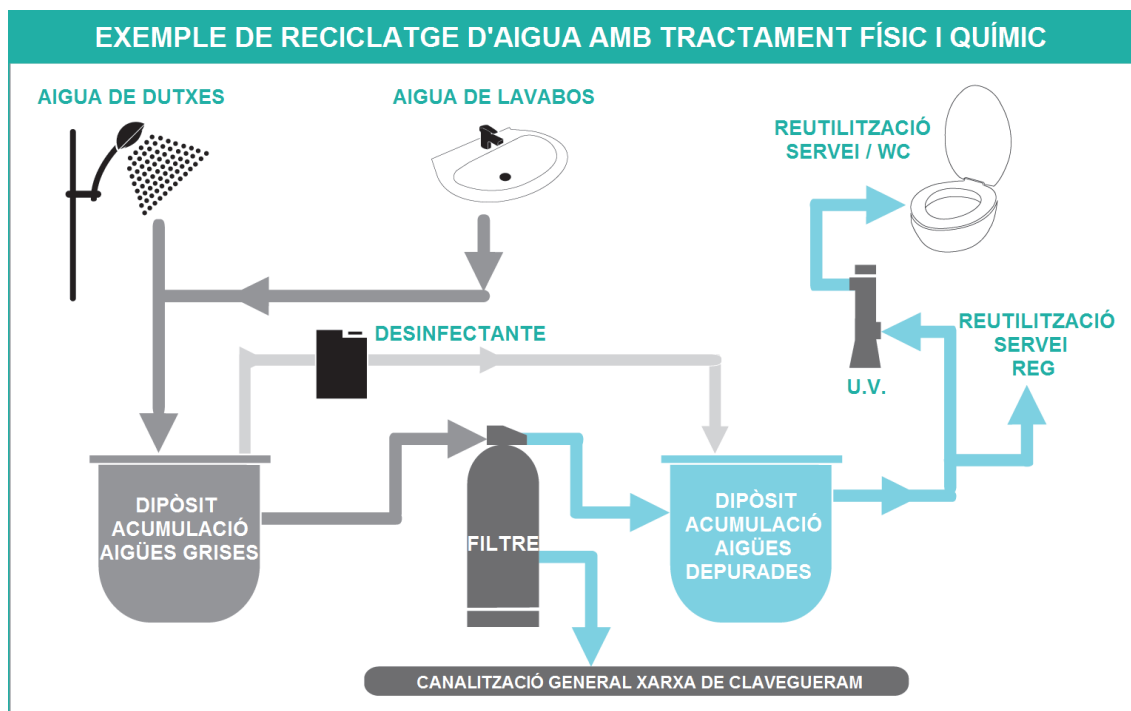
- Reactors seqüencials: utilitzen un procés biològic amb fangs actius, al qual el tractament es realitza en forma discontinua en varies etapes: emplenat, ventilació, decantació i separació.
- Reactors biològics de membrana: a més del procés biològic, utilitzen membranes de microfiltració o ultrafiltració per la separació dels sòlids en suspensió i/o col·loïdes, la majoria de bacteris i virus, així com compostos orgànics d'elevat pes molecular.
- Sistemes biològics naturalitzats: utilitzen un determinat tipus de vegetació per l'aportació natural d'oxigen als microorganismes, que es troben en forma d'una biocapa sobre un substrat que està en contacte amb l'aigua a tractar.

2.3.3.2. Tractaments físics i químics

Un cop filtrada l'aigua es procedeix a tractar-la mitjançant productes químics. L'objectiu és desinfectar l'aigua per evitar un creixement de tipus microbiològic. Un dels desinfectants més coneguts i utilitzats és el clor. El clor és efectiu per eliminar tot tipus de microbis que pugui contenir l'aigua, com fongs, paràsits, bacteries, virus, etc. Tot i no poder tornar a transformar

l'aigua gris en aigua potable, sí que normalment un cop realitzat aquest tipus de tractament, l'aigua es sol emmagatzemar a un dipòsit per ser utilitzada segons les demandes requerides a cada moment.

També s'utilitza l'esterilització per radiació ultraviolada per part d'alguns fabricants. Consisteix en destruir els microorganismes a l'aigua mitjançant una llum de mercuri. Els filtres U.V. no deixa residus ni altera la composició de l'aigua com poden fer els productes químics.



Imatge 9: Exemple de reciclatge amb tractament físic i químic. Font: CS-AG Aqua España

2.3.3.3. Tractaments híbrids

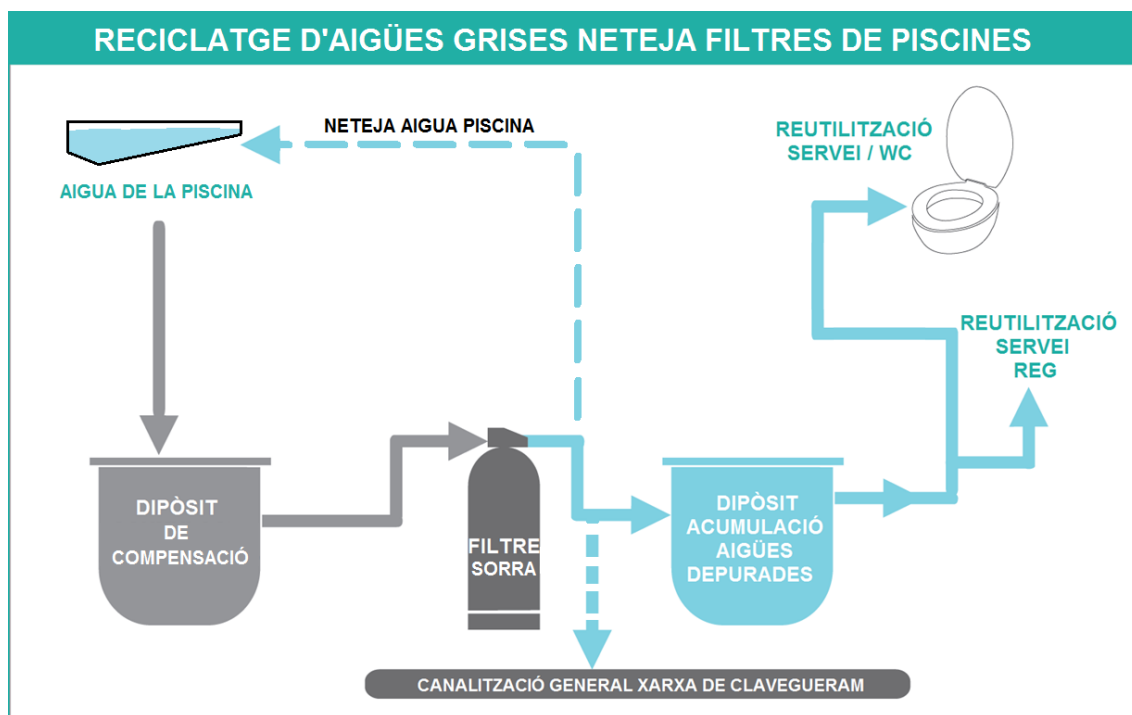
Aquest tipus de tractaments permeten tractar conjuntament les aigües grises i les pluvials. No difereixen en els tipus explicats anteriorment, només difereixen en la barreja d'ambdues aigües.

2.3.4. Sistemes de reciclatge d'aigües grises procedents de la neteja dels filtres de les piscines

Un dels punts més importants a analitzar a l'hora de reciclar les aigües grises a instal·lacions esportives que disposin de piscines, són les aigües destinades a la neteja dels filtres de la piscina.

El sistema de filtratge de les piscines està contínuament funcionant, agafant l'aigua de la piscina depurant-la mitjançant un sistema de canonades, un grup de pressió, i un filtre de sorra. Cada una certa quantitat de dies, segons si és estiu o hivern, es realitza una neteja de filtres. Aquesta neteja consisteix en netejar el filtre de sorra.

La neteja del filtre de sorra, explicada prèviament a l'apartat 2.3.1., consisteix en fer circular a la inversa l'aigua a través del filtre. Normalment el filtre funciona entrant-li l'aigua per la part de dalt, i expulsant-la neta per la part de baix. En canvi, durant la neteja del filtre, l'aigua entra per la part de baix i surt per la part de dalt.



Imatge 10: Reciclatge d'aigües grises neteja filtres de piscines. Font: pròpia

Com podem observar a la imatge 10, durant el funcionament normal de neteja de la piscina, l'aigua torna depurada a la piscina. Quan es realitza la neteja del filtre de sorra, l'aigua no torna a la piscina i continua el seu recorregut. Primerament, durant els 10 minuts aproximadament que dura aquesta neteja, els 3 primers minuts l'aigua es pot considerar aigua negra i no és reutilitzable, pel que directament es condueix cap a la xarxa de clavegueram. Els 7 minuts restants, l'aigua gris restant es considera que és aigua neta, ja que ha passat pel filtre que ja està pràcticament net, i amb un alt contingut en clor procedent de la piscina. Aquesta aigua que sol ser abundant, ja que tot el procés utilitza uns 150 m³ d'aigua, té una gran capacitat de ser reutilitzada, ja que està filtrada i tractada amb clor. Per tant, a partir dels 3 minuts en comptes de conduir-la cap al clavegueram, es condueix cap a un dipòsit. On posteriorment, mitjançant els grups de pressió pertinents, es destinarà a fluxors dels serveis, i al reg del camp de futbol.

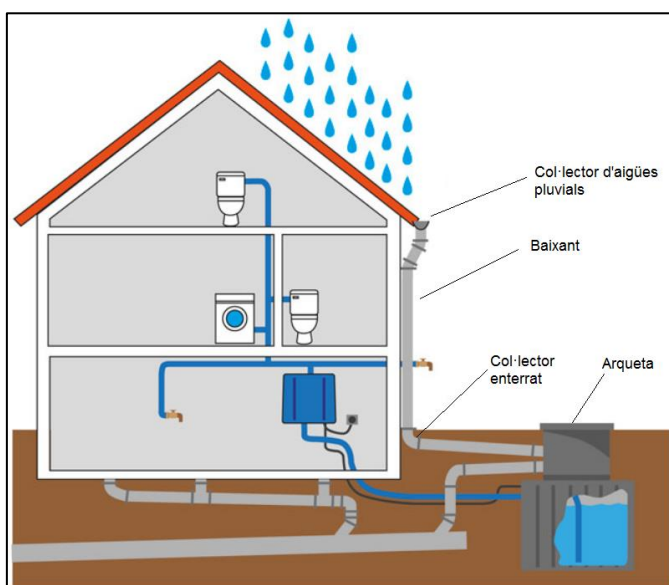
2.3.5. Recol·lecció de les aigües pluvials

Les aigües pluvials son recollides de les cobertes i patis mitjançant diversos elements:

- Els **baixants** tenen la funció de conduir l'aigua verticalment des de els embornals sifònics instal·lats a la coberta fins a l'arqueta a peu de baixant, o bé fins el col·lector suspès corresponent.
- Les **canonades** tenen la mateixa funció que els baixants, però no ho fan de manera vertical.
- Els **col·lectors** normalment s'encarreguen de conduir l'aigua procedent dels baixants fins a la xarxa de clavegueram públic. En el nostre cas, en comptes de conduir l'aigua cap al clavegueram, l'aigua serà conduïda a la xarxa de reciclatge d'aigües grises, on serà emmagatzemada i es realitzaran els passos pertinents descrits anteriorment en aquest treball per ser reutilitzades novament.

Els col·lectors poden ser penjants, amb una pendent mínima d'un 1%, o bé poden ser enterrats, on els tubs han de disposar de rases situades a sota de la xarxa de distribució de l'aigua, amb un pendent mínim del 2%.

- Les **arquetes** són pous de petites dimensions enterrats al nivell inferior dels edificis. Normalment tenen dimensions de 50x50x50 centímetres. Es troben en punts de connexió quan es troben els baixants i els col·lectors, o bé diversos col·lectors. També si es produeixen canvis sobtats de direcció en els col·lectors amb angles de 90°, ja que solen ser punts habituals d'inspecció de les xarxes de sanejament. Les arquetes estan col·locades a sobre de fonaments de formigó i han de disposar d'una tapa practicable per poder accedir fàcilment al seu contingut.



Imatge 11: Recol·lecció d'aigües pluvials. Font: Aguas pluviales

Els col·lectors de les aigües pluvials col·locats a les cobertes condueixen les aigües al seu respectiu baixant, on la condueix a la seva respectiva arqueta a peu de baixant.


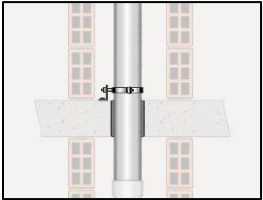
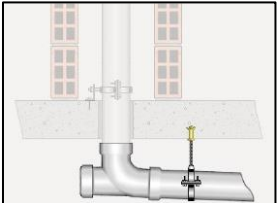
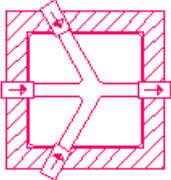
A la següent imatge podem observar un esquema de recollida de les aigües pluvials d'una casa particular.

2.4. Elements de la instal·lació

Les instal·lacions de sanejament de l'aigua disposen de diferents elements per la recollida, distribució i emmagatzematge de les aigües grises, residuals i pluvials.

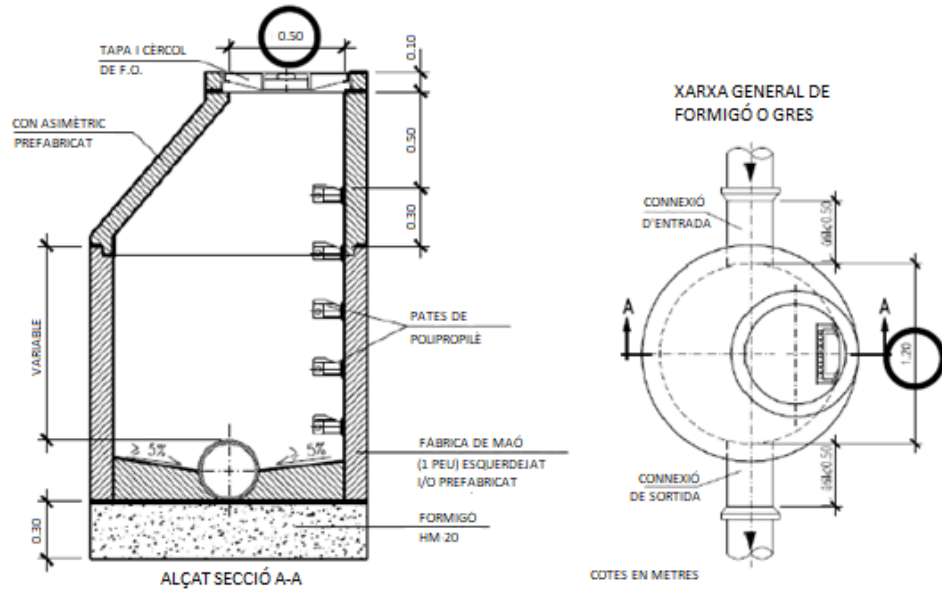
Pel sistema de reciclatge d'aigües grises s'utilitzaran els mateixos elements, ja que serà una instal·lació complementària a la ja existent que condueix l'aigua al clavegueram.

A grans trets, els elements principals de les xarxes de sanejament són els següents:

- **Derivació:** consisteix en una canonada que transporta l'aigua des del punt d'evacuació de l'aigua (com piques del bany) fins el baixant de l'edifici més proper.
- 
- **Baixants:** com ja s'ha esmentat anteriorment als elements que recullen les aigües pluvials, tenen la funció de conduir l'aigua verticalment des de els embornals sifònics instal·lats a la coberta, o bé de les xarxes de petita evacuació, fins a l'arqueta a peu de baixant o del col·lector suspès corresponent.
- 
- **Canonades:** s'encarreguen de conduir les aigües grises o residuals des dels punts d'evacuació d'aigua fins l'arqueta o col·lector corresponent.
- **Col·lectors:** s'encarreguen de conduir les aigües procedents dels baixants fins a la destinació pertinent, normalment la xarxa de clavegueram públic. Per normativa, han de disposar d'un registre cada 15 metres i una arqueta o connexió entre aquest i el baixant. Existeixen dos tipus, tal i com s'ha esmentat als col·lectors d'aigües pluvials: penjats (pendent mínima del 1%) o bé enterrats (rases per sota de la xarxa de distribució d'aigua i un pendent del 2%).
- 
- **Arquetes:** són pous de petites dimensions, habitualment de 125 dm³, enterrats al nivell inferior de l'edifici. Dins les arquetes es troben els finals dels baixants, on s'uneixen amb els col·lectors. També s'han de fer arquetes on es realitzin canvis bruscos de direcció dels col·lectors, ja que són punts d'inspecció de les xarxes de sanejament. Aquestes han d'anar sobre fonament de formigó i han de disposar d'una tapa practicable per poder
- 

realitzar les revisions pertinents. Tenen la restricció de que només hi poden anar a unir-se com a màxim 3 col·lectors.

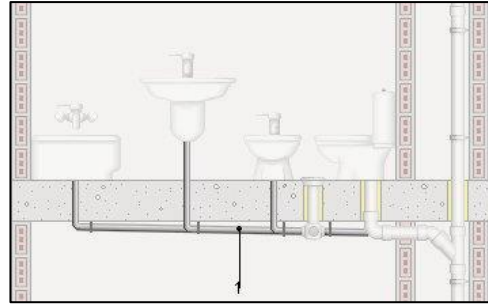
- **Pou de registre:** està instal·lat al final de la instal·lació de la xarxa de sanejament. Connecta amb la xarxa de clavegueram.



- **Pou de “ressalto”:** disposa de la mateixa funció que el pou de registre, però que presenta una diferència major a 1 metre entre la cota de l’extrem final de la instal·lació de la xarxa de sanejament, i la del punt de l’escomesa. Disposa d’un conducte vertical amb diàmetre mínim de 30 centímetres amb la funció de canalitzar l’aigua.
- **Tancament o segell hidràulic:** es tracta d’un simple element que consta d’un punt de depressió o més baix al sistema de desguàs, que reté una certa quantitat d’aigua, taponant així el conducte, impedit el pas d’aire que pugui provenir de la xarxa de clavegueram sense impedir el flux de l’aigua quan li arribi més quantitat. Solen tindre forma de “S” o de recipient, i solen ser coneguts com un sifons de lavabos.



- **Xarxes de petita evacuació:** tenen les característiques de ser traçats de canonades senzills amb circulació per gravetat. Transporten l'aigua dels sifons cap als baixants amb longituds inferiors als 2 metres. Disposen de derivacions de longituds inferiors als 2,5 metres amb pendent entre el 2 i el 4%. Les característiques que han de complir els aparells amb sifó individual són:



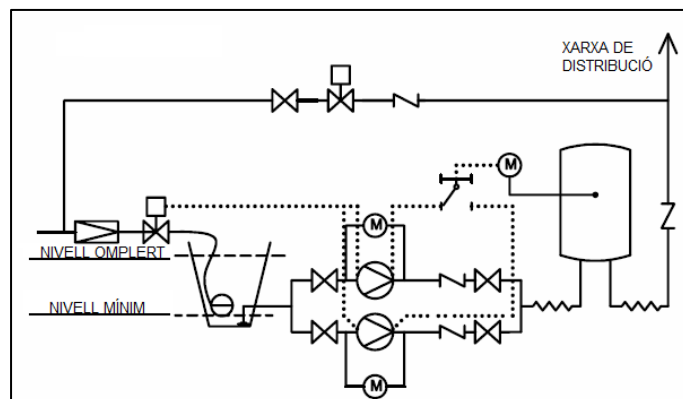
- Lavabos, aigüeres, safareigs i bidets: distància de 4 metres amb pendent entre el 2,5 i el 5%.
- Banyeres i/o dutxes: pendent inferior o igual al 10%.
- Inodors: directament als baixants o mitjançant un maniguet d'escomesa amb una longitud inferior o igual a 1 metre.

No es poden col·locar desguassos que estiguin enfrontats i que vagin a evacuar a una mateixa canonada. Les unions dels desguassos amb els baixants han de complir un angle mínim de 45°.

- **Grup de pressió:** instal·lats quan la xarxa pública no garanteix la pressió mínima pel funcionament dels equips, o bé l'aigua prové d'una altra font com un dipòsit i s'ha de distribuir als punts de consum.

Solen estar formats per un dipòsit d'aspiració, un col·lector d'aspiració per sota del nivell de l'aigua del dipòsit d'aspiració, dues bombes muntades en paral·lel per garantir el servei permanent en cas d'averia, reparació o substitució, un dipòsit hidropneumàtic per mantenir la pressió al conjunt de canonades, vàlvules de tall, filtres, amortidor antivibracions i manòmetre.

S'instal·len a pous de bombeig, llocs de fàcil accés pel seu registre i tasques de manteniment.



3. Desenvolupament pràctic

3.1. Descripció del centre esportiu

El cas pràctic d'aquest treball està centrat en un centre esportiu municipal situat a la ciutat de Barcelona. Aquest centre disposa de les següents instal·lacions principals:

- Camp de futbol d'herba artificial.
- Pista poliesportiva coberta.
- Piscina coberta a l'hivern, descoberta a l'estiu.
- Gimnàs.
- Vestuaris camp de futbol.



Imatge 12: Imatge aèria del centre esportiu

Una de les característiques principals del centre, és que la piscina consta d'una coberta retràctil que es pot estendre o recollir segons necessitats. Normalment a l'hivern la coberta està estesa, i a l'estiu la piscina passa a ser una piscina exterior amb la coberta recollida.



Imatge 13: Imatge de la piscina amb coberta retràctil estesa

A la imatge anterior podem veure la coberta retràctil de la piscina a l'hivern, ja que es troba estesa.

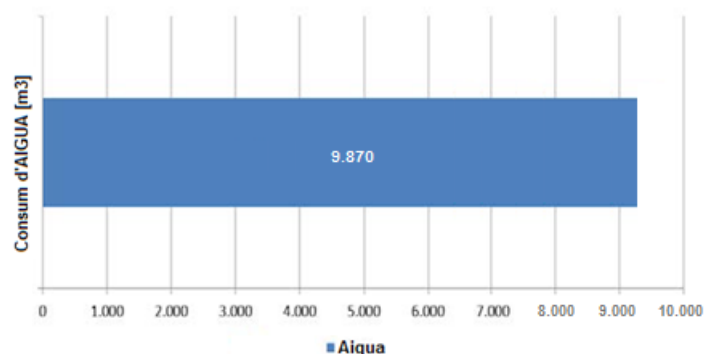


Imatge 14: Coberta retràctil estesa

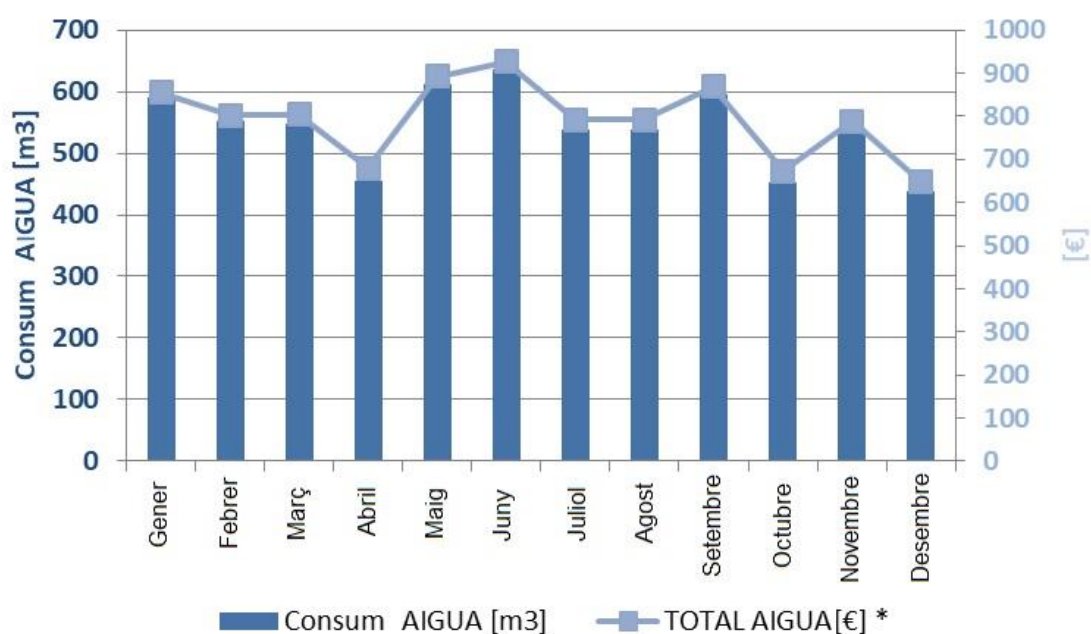
3.2. Consums d'aigua del centre

Els consums d'aigua que provenen del centre esportiu, són principalment de 3 fonts: de la neteja dels filtres de la piscina, del reg del camp de futbol, i de les instal·lacions sanitàries. El camp de futbol, tot i ser d'herba artificial, requereix reg per mantenir l'herba en òptimes condicions.

El consum total d'aigua del centre és de aproximadament 9.870 m³ d'aigua a l'any:



Dels 9.870 m³, 6.500 m³ corresponen a l'alimentació general del centre, i 3.370 m³ corresponen a l'escomesa destinada al reg i els vestuaris del camp de futbol. Es troba que la mitjana de consum de l'escomesa general centre es situa al voltant dels 540 m³, sense una variació pronunciada mes a mes, pel que s'aprecia un comportament estable al llarg de l'any. Podem observar aquest comportament al gràfic dels consums mensuals següent:



De les fonts de consum que s'han esmentat anteriorment, el vas de la piscina consumeix una quantitat notable d'aigua, especialment durant les operacions de neteja dels filtres de la piscina. El centre estableix neteja de filtres a l'estiu de 1,5 vegades al dia, i a l'hivern es realitza 1 neteja de filtres cada dos dies. Com s'ha explicat anteriorment, la neteja dels filtres té una duració aproximada de 10 minuts, procés que actualment destina 10 m³ d'aigua a l'operació que són avocats a la xarxa de clavegueram.

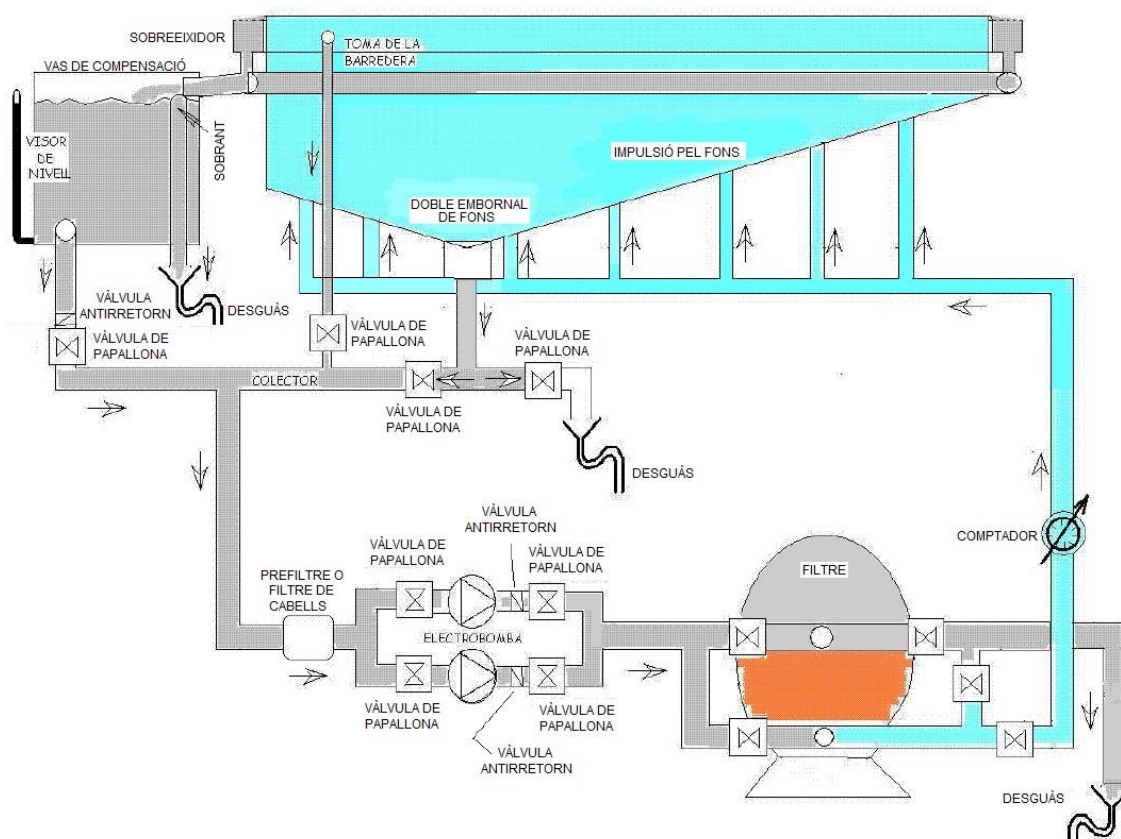
De mitjana, es consumeixen 167 m³ d'aigua a l'operativa de neteja de filtres, el qual representa un 31% del consum de l'escomesa general del centre, uns 2000 m³ d'aigua anuals.

Pel que fa al camp de futbol, aquest consta d'una escomesa d'aigua independent a la del centre que omple un dipòsit, del qual s'extreu l'aigua en grans cabals per regar. El consum anual de l'aigua corresponent a l'escomesa del camp de futbol és de 3.370 m³ aproximadament, que correspon exclusivament al reg del camp i als seus vestuaris.

Per tant, podem concloure que la resta fins arribar als 6.500 m³ d'aigua són dels serveis sanitaris. Aproximadament aquesta xifra és de 4500 m³, dels quals només es podrien reciclar els destinats a l'aigua utilitzada a les dutxes, per tant, els corresponents a les aigües grises.

3.2.1. Anàlisi de l'aigua consumida per la neteja del filtre de la piscina

Tal com s'ha explicat a apartats anteriors, el procés de neteja del filtre de sorra de la piscina, consisteix en fer circular l'aigua en sentit contrari pel filtre. Amb aquesta operació s'aconsegueix, tant netejar el filtre, s'evita la formació de fangs i l'enduriment de la massa filtradora. Això s'aconsegueix mitjançant un sistema de canonades i vàlvules del filtre, les quals s'accionen de tal manera que s'inverteix el cicle de l'aigua.



Imatge 15: Piscina amb vas regulador o de compensació. Font: Centre Esportiu

L'aigua arrastra les partícules retingudes per l'arena del filtre. Actualment tota l'aigua de la neteja d'aquest filtre s'aboca a la xarxa de clavegueram, perdent així un gran quantitat d'aigua amb una alta capacitat i facilitat de ser reciclada.

La freqüència de neteja dels filtres és molt variable, ja que depèn del nivell de rebliment dels filtres. D'acord amb la informació aportada pel responsable de manteniment del centre, la operativa de neteja dels filtres al centre esportiu és la següent:

- Hivern: 1 neteja de filtres cada 2 dies.
- Estiu: 1,5 neteges de filtres cada dia.
- Cada neteja de filtres té una duració aproximada de 10 minuts i consumeix 10 m³ d'aigua.

Analitzant en profunditat el procés de neteja del filtre, es pot observar que dels 10 minuts que dura l'operació, els 3 primers minuts l'aigua surt molt tèrbola, amb molta quantitat de residus, pel que no es fa òptim el seu reciclatge. En canvi, els 7 minuts restants l'aigua podria ser reciclada amb facilitat, ja que pràcticament surt aigua neta i sense haver perdut la cloració, per tant és aigua neta ja tractada. Pot ser ideal per usos no sanitaris com fluxors o pel reg del camp de futbol.

Si es realitza una extrapolació de la quantitat d'aigua anual que s'aboca actualment al clavegueram (tota l'aigua utilitzada per la neteja del filtre) deguda a aquest procés, es podria arribar a reciclar 7 m³ dels 10 m³ utilitzats a cada procés, per tant, un 70% del total de l'aigua utilitzada.

El consum anual d'aigua del centre (escomesa general) és de 6.500 m³, dels quals el 31% correspon a la neteja del filtre. Com podem observar a la taula següent, es podrien arribar a reciclar 1.400 m³, que representarien el 21,5% del total de l'aigua consumida pel centre.

Mes	Volum d'aigua utilitzat (m ³)	Volum d'aigua reciclable (m ³)
Gener	150	105
Febrer	150	105
Març	150	105
Abril	150	105
Maig	150	105
Juny	200	140
Juliol	200	140
Agost	200	140
Setembre	200	140
Octubre	150	105
Novembre	150	105
Desembre	150	105
TOTAL	2000	1400

Taula 3: Volums d'aigua filtratge de la piscina

3.2.2. Anàlisi de l'aigua consumida pel sistema de reg del camp de futbol

Anteriorment s'ha especificat que el camp de futbol és d'herba artificial, tot i així, aquest requereix ser regat usualment. Disposa d'un sistema de reg format per 6 canyons, i s'utilitzen principalment a l'estiu amb un reg diari. A l'hivern pràcticament només s'utilitza per regs previs a partits de futbol, és a dir, un reg setmanal aproximadament.

El cicle de reg del camp té una duració aproximada de 15 minuts. Els canyons tenen un consum d'aigua aproximat de 45 m³/h, segons les dades facilitades pel centre.

Mitjançant la informació facilitada pel gestor de la instal·lació del reg, es presenta a la taula 4 en forma d'hipòtesis del possible consum d'aigua del reg del camp.

Podem observar que el consum anual aproximat de l'aigua degut al reg del camp és de 1.935 m³. El registre del consum d'aigua de la escomesa del camp de futbol, extret de les factures subministrades pel gestor, indica que el consum anual d'aigua és d'uns 3.370 m³. Aquesta variació ve determinada pel vestuari del camp de futbol, situat a l'altre extrem i aïllades de les instal·lacions, el qual també s'alimenta exclusivament per l'escomesa del camp de futbol. Per tant, l'aigua que ens interessa estudiar és únicament la destinada al reg del camp de futbol.

Mes	Nº Regs	Temps x Reg (min)	Cabal (m3/h)	Volum aigua consumit (m3)
Gener	0	10	45	0
Febrer	0	10	45	0
Març	6	10	45	45
Abril	6	10	45	45
Maig	20	10	45	150
Juny	60	10	45	450
Juliol	60	10	45	450
Agost	20	10	45	150
Setembre	60	10	45	450
Octubre	20	10	45	150
Novembre	6	10	45	45
Desembre	0	10	45	0
TOTAL				1935

Taula 4: Volums d'aigua reg del camp de futbol

3.3. Proposta de reciclatge aigües grises del filtre de la piscina pel reg del camp de futbol i fluxors

A l'apartat anterior 3.2.2. s'ha pogut estimar que la quantitat d'aigua que es destina al reg del camp és de 1935 m³ d'aigua anuals, i de l'apartat 3.2.1. podem extreure que es podrien reciclar 1400 m³ d'aigua de la neteja dels filtres de la piscina. Per tant, es podrien utilitzar per suplir gran part del consum que requereix el reg del camp de futbol.

El balanç de l'aigua mes a mes quedaria de la següent manera:

Mes	Volum recuperable neteja filtres (m ³)	Volum aigua consumit pel reg (m ³)	Volum aigua real recuperable (m3)
Gener	105	0	0
Febrer	105	0	0
Març	105	45	45
Abril	105	45	45
Maig	105	150	105
Juny	140	450	140
Juliol	140	450	140
Agost	140	150	140
Setembre	140	450	140
Octubre	105	150	105
Novembre	105	45	45
Desembre	105	0	0
TOTAL	1400	1935	905

Taula 5: Balanç d'aigua reutilitzable

Com podem observar a la taula anterior, no és possible reutilitzar el 100% de l'aigua que es podria reciclar de la neteja dels filtres, ja que els consums d'aigua del camp de futbol són estacionals, mentre que el filtre de la piscina, tot i ser també estacional, presenta una linealitat bastant definida que només varia els mesos d'estiu, on s'incrementa l'activitat i el consum d'aigua.

Per tant, mitjançant aquest sistema de reciclatge d'aigua, es podrien reutilitzar **905 m³** d'aigua pel reg del camp de futbol, quedant en 1030 m³ d'aigua el consum de l'escomesa destinada a aquesta finalitat, que representa un 46,7% d'estalvi d'aigua.

Per poder realitzar l'aprofitament d'aigua de la neteja dels filtres, serà necessari implementar una infraestructura exclusivament destinada a aquesta finalitat, formada per dipòsits d'acumulació, xarxa de canonades, accessoris i un sistema de gestió automatitzat. Es definirà la solució final proposada en apartats posteriors, ja que inclourà els sistemes de reciclatge d'aigües pluvials.

3.4. Estudi dels volums d'aigües pluvials amb potencial a ser reutilitzats

Una de les propostes importants d'aquest treball és l'aprofitament de les aigües pluvials recollides de les cobertes del poliesportiu.

3.4.1. Anàlisi de les cobertes del centre esportiu

El centre esportiu, com ja s'ha explicat anteriorment, està constituït per una sèrie d'edificacions (pavelló, edifici central, piscina i vestuaris del camp de futbol).

El pavelló disposa d'una coberta metàl·lica lleugera, tipus plana, amb dues claraboies formant dos dents de serra, amb una superfície aproximada de 1.532 m². Aquesta coberta està dividida a tres segments longitudinals, separats per les dues claraboies, on cada segment té dos vessants. Les vessants extremes de la coberta tenen pendent cap a les façanes longitudinals, i la resta de vessants tenen la pendent cap a les claraboies.



Imatge 16: Vista aèria de la coberta del pavelló

L'edifici central disposa d'una coberta metàl·lica lleugera, de forma semiesfèrica i dos trams de coberta plana, on s'allotgen actualment plaques solars. Aquesta coberta vessa les aigües cap a les façanes longitudinals (cap al carrer de davant on es troba l'entrada), i cap al camp de futbol. La superfície d'aquesta coberta és aproximadament de 713 m² (408 m² de coberta semiesfèrica i 305 m² de coberta plana).



Imatge 17: Vista aèria de la coberta del gimnàs

La coberta de la piscina és una coberta mòbil tipus retràctil que es recull sobre una coberta de grava situada a la seva dreta. La coberta mòbil és de tipus semiesfèrica i vessa les aigües cap a les façanes longitudinals, és a dir, cap al carrer d'entrada i cap al camp de futbol. La superfície de la coberta del recinte de la piscina és de 838 m² (648 m² de coberta retràctil i 190 m² de coberta plana).



Imatge 18: Vista aèria coberta retràctil de la piscina

La coberta dels vestuaris del camp de futbol queda descartada d'aquest estudi, ja que queda molt aïllada de la resta dels edificis, situada a l'altre costat del camp de futbol.

3.4.2. Superfície de recollida i previsió del volum d'aigua aprofitable

Les aigües pluvials més senzilles de recol·lectar serien les que vessen cap al camp de futbol, ja que els baixants passen vistos per les façanes, podent fàcilment interceptar-los i reconduir l'aigua cap un depòsit acumulador. En aquest cas, la superfície de coberta que vessa cap el camp seria aproximadament la següent:

- Coberta del pavelló $\approx 620 \text{ m}^2$.
- Coberta de l'edifici central $\approx 204 \text{ m}^2$.
- Coberta de la piscina $\approx 324 \text{ m}^2$ al període quan la piscina no està descoberta.

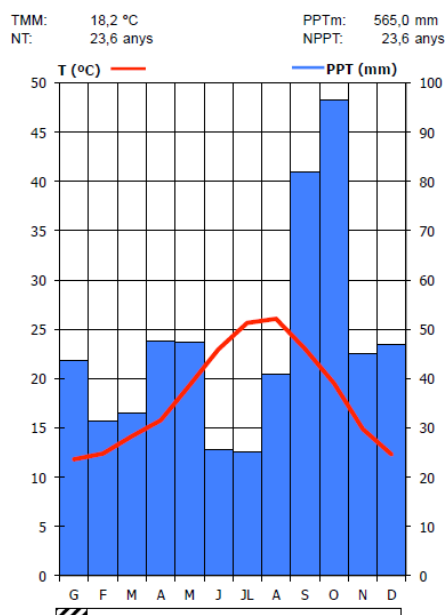
Per tant, es pot considerar una superfície de coberta per la recollida d'aigües pluvials de **824 m²** durant tot l'any, i **324 m²** addicionals que aportarien aigua tots els mesos excepte a l'estiu.

3.4.3. Pluviometria de Barcelona

Tenint en compte les dades climatològiques de l'observatori més proper al centre esportiu, amb una mitjana de dades del període comprès entre els anys 1987 i 2010, obtenim les dades de pluviometria mitjana per mes i anual.

	GEN	FEB	MARÇ	ABR	MAIG
T mitjana mensual	11,8	12,4	14,2	15,8	19,3
Mitjana de la T màxima	14,8	15,6	17,4	19,1	22,5
Mitjana de la T mínima	8,8	9,3	10,9	12,5	16,1
T màxima absoluta	22,4	24,8	28,8	26,7	31,6
dia	19/01/07	28/02/90	23/03/01	23/04/01	29/05/01
Mitjana de les màximes absolutes	19,9	20,4	23,7	24,4	27,7
T mínima absoluta	-1,0	0,6	0,4	6,2	6,3
dia	27/01/05	12/02/10	08/03/10	04/04/96	09/05/91
Mitjana de les mínimes absolutes	4,1	4,7	6,2	8,2	11,6
Precipitació mitjana mensual	43,7	31,4	33,0	47,7	47,4
Precipitació màxima en 24 hores	51,1	34,9	45,8	55,3	81,7
dia	15/01/01	25/02/03	01/03/91	02/04/07	08/05/91
Dies de precipitació	7,0	5,0	6,2	7,9	7,5
Dies de glaçada	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

JUNY	JUL	AG	SET	OCT	NOV	DES	ANY
23,0	25,7	26,1	23,0	19,5	14,9	12,3	18,2
26,1	28,6	29,0	25,9	22,5	17,9	15,1	21,2
19,8	22,7	23,1	20,0	16,5	11,9	9,5	15,1
35,8	36,8	38,2	33,4	32,6	26,1	23,1	38,2
29/06/05	23/07/09	27/08/10	14/09/87	10/10/97	16/11/09	18/12/87	27/08/10
31,4	32,7	33,8	30,0	26,9	23,0	20,4	
12,4	15,5	15,2	12,5	6,4	1,7	0,7	-1,0
07/06/92	19/07/01	11/08/02	26/09/95	29/10/08	21/11/99	20/12/09	27/01/05
15,3	17,9	18,6	15,4	12,1	6,8	4,8	
25,5	25,1	40,8	81,9	96,5	45,1	46,8	565,0
54,7	122,6	67,9	109,1	132,6	48,6	65,2	132,6
02/06/96	31/07/02	24/08/95	12/09/06	08/10/02	08/11/87	16/12/97	08/10/02
5,5	3,1	5,8	8,0	9,0	6,6	7,0	78,5
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



Aplicant la precipitació mitjana mensual a les superfícies de recollida, s'obté la quantitat possible d'aigua a recollir, aplicant un factor de 0,8 considerant un coeficient d'escorrentia mitjà.

Mes	Pluviometria (mm)	Sup. Coberta (m ²)	Aigua recollida (m ³)
Gener	43,7	1148	40,13
Febrer	31,4	1148	28,84
Març	33	1148	30,31
Abril	47,7	1148	43,81
Maig	47,4	1148	43,53
Juny	25,5	1148	23,42
Juliol	25,1	824	16,55
Agost	40,8	824	26,90
Setembre	81,9	824	53,99
Octubre	96,5	1148	88,63
Novembre	45,1	1148	41,42
Desembre	46,8	1148	42,98
TOTAL	564,9	1148	480,49

Taula 6: Volum d'aigües pluvials que es poden recollir

Podem observar de la taula que existeixen aproximadament **480,5 m³** d'aigües pluvials que es poden recollir anualment.

3.5. Proposta d'aprofitament de l'aigua de la pluja per alimentació de fluxors d'inodors

Per realitzar una estimació aproximada de l'aigua consumida mensualment per l'ús de fluxors a les instal·lacions, es realitzen les següents hipòtesis:

- Aigua consumida per una descàrrega de fluxors $\approx 6\text{L}/\text{descàrrega}$
- N^o d'usuaris al centre ≈ 500 usuaris/dia (150 al mes d'agost)
- N^o d'usos de inodors amb fluxors per usuari ≈ 1 us/usuari

En base a aquestes hipòtesis, el consum mensual i anual d'aigua derivats de l'ús de fluxors seria els següents:

Mes	Nº usos fluxor / dia	Dies / Mes	Consum fluxors L/us	Total consum (m³)
Gener	500	25	6	75
Febrer	500	28	6	84
Març	500	31	6	93
Abril	500	30	6	90
Maig	500	31	6	93
Juny	500	30	6	90
Juliol	500	31	6	93
Agost	150	31	6	27,9
Setembre	500	30	6	90
Octubre	500	31	6	93
Novembre	500	30	6	90
Desembre	500	25	6	75
TOTAL				993,9

Taula 7: Hipòtesi aigua consumida pels fluxors del centre esportiu

Realitzant una comparació entre l'aigua requerida pels fluxors del centre, i de les aigües pluvials que es poden recollir, es pot observar que la primera és molt més elevada que la segona, per tant, podem afirmar que es poden aprofitar la totalitat de les aigües pluvials recollides:

Mes	Aigua recollida (m³)	Total consum (m³)
Gener	40,13	75
Febrer	28,84	84
Març	30,31	93
Abril	43,81	90
Maig	43,53	93
Juny	23,42	90
Juliol	16,55	93
Agost	26,90	27,9
Setembre	53,99	90
Octubre	88,63	93
Novembre	41,42	90
Desembre	42,98	75
TOTAL	480,49	993,9

Taula 8: Comparació aigües pluvials amb aigües per fluxors

Podem concloure que es podran estalviar de l'escomesa general aproximadament 480,5 m³ d'aigua a l'any.

3.6. Estudi de viabilitat reciclatge de les aigües grises provinents de les dutxes

El consum d'aigua del centre (escomesa general) és de 6.500 m³ com hem vist en apartats anteriors. D'aquests, 2000 m³ es destinen a la neteja del filtre de la piscina, i la resta, 4500 m³ s'utilitzen per inodors i dutxes.

Per calcular el consum d'aigua destinat únicament a les dutxes, realitzem la hipòtesi que el 80% dels usuaris diaris utilitzen les dutxes, per tant 3600 m³ d'aigua es destinen a les dutxes.

En aquest punt podem observar que les aigües més importants per aconseguir reciclar serien aquestes, ja que podríem abastir completament la resta de necessitats del centre, com podem veure a la següent taula:

Mitjà	Aigua (m³)	Total (m³)
Reg camp de futbol	1935	2928,9
Fluxors inodors	993,9	
Reciclatge d'aigües grises		
Neteja del filtre	1400	1880,5
Aigües pluvials	480,5	
Aigües grises dutxes	3600	3600

Taula 9: Comparació volums d'aigua

Com podem observar, només reciclant les aigües grises de les dutxes podríem abastir diàriament tant el reg del camp de futbol com els fluxors dels inodors. Només hi podria haver dificultat a l'agost per la disminució notable d'usuaris.

Aquesta seria una proposta d'execució molt satisfactòria si les instal·lacions esportives s'estiguessin realitzant des de zero. El cas que s'analitza són instal·lacions esportives ja construïdes, pel que dificultaria notablement l'execució d'aquesta solució.

Les canonades d'aigües grises i negres van sota del sòl de cada pis i estan conduïdes cap a la xarxa de clavegueram, que està situada al carrer de l'entrada del centre. Tot i que encara no s'ha definit al treball, és la direcció contrària a on probablement es proposarà la instal·lació dels dipòsits de recol·lecció de les aigües.

En definitiva, es descarta aquesta opció pel fet de ser molt complicada la seva implementació, ja que caldria fer completament nova les instal·lacions de recollida d'aigües grises i negres, a més de l'impacte econòmic que aquest suposaria.

3.7. Proposta d'implementació instal·lacions de reciclatge d'aigües grises i pluvials

Tenint en compte els consums necessaris del centre pel camp de futbol i dels inodors amb fluxors, podem observar que tenim més consum que aigua reciclada disposem. El centre requereix per aquestes dues aplicacions 2928,9 m³ d'aigua. En cas que només s'utilitzés l'aigua de la neteja de filtres pel reg del camp, com hem estudiat a apartats anteriors, els mesos d'hivern el camp no consumeix aigua, per tant perdríem aquesta aigua. Per aprofitar-la, el dipòsit d'aigua gris provinent de la neteja del filtre de la piscina, a més de complementar la escomesa i dipòsit independent destinat al reg del camp, també estarà connectat a la xarxa de fluxors. D'aquesta manera aconseguiríem aprofitar els 1400 m³ d'aigua anuals provinents de la neteja del filtre.

Pel que fa al dipòsit d'aigües pluvials, ja que les pluges són ser estacionals i quan plou no s'ha de regar el camp, aquestes únicament es preveu que abasteixin els inodors del centre. Cal mencionar que aquesta xarxa estarà connectada a l'escomesa general tal com està ara, però quan existeixi aigua als dipòsit d'aigües pluvials o de neteja del filtre, la xarxa prioritzarà l'aigua d'aquests abans que de l'escomesa.

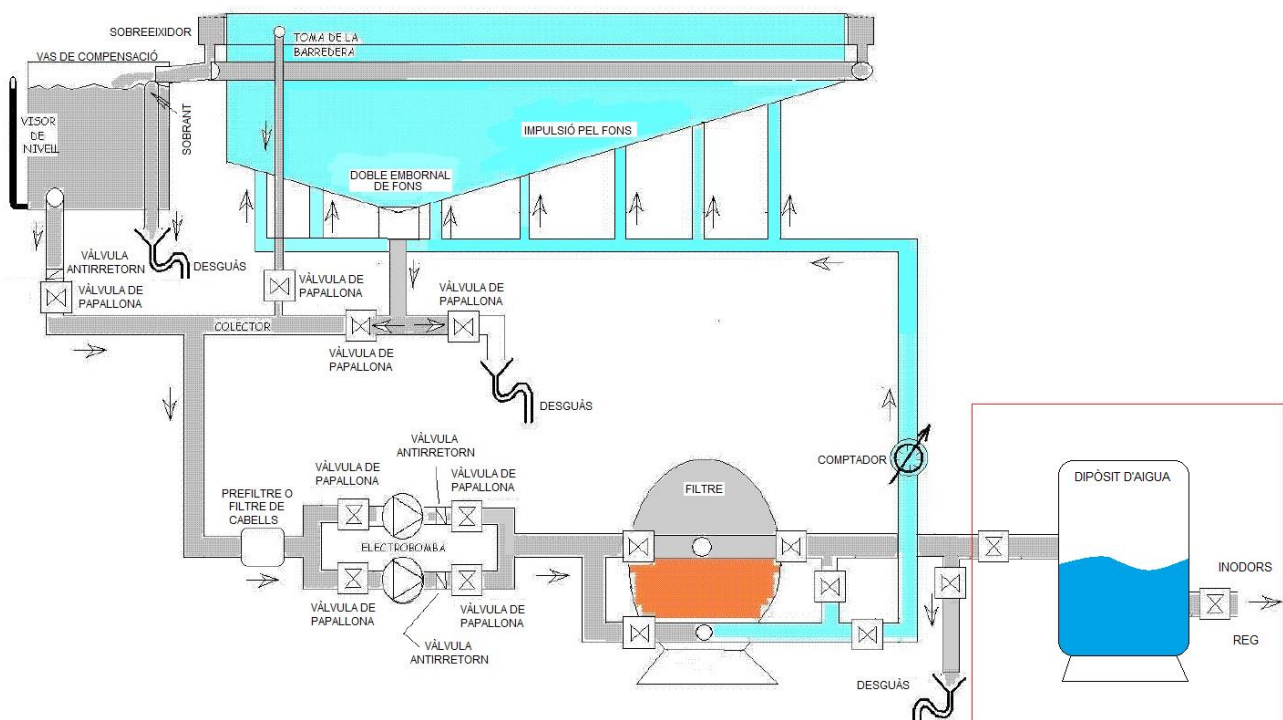
D'aquesta manera, la instal·lació final constarà de 3 dipòsits: un dipòsit d'aigües pluvials, un dipòsit d'aigües grises provinents de la neteja del filtre de la piscina, i un dipòsit ja existent destinat al reg del camp. Cal mencionar que aquest tercer dipòsit està connectat a la escomesa del reg del camp de futbol, ja que actualment el grup de pressió del reg agafa l'aigua d'aquest dipòsit, per tant ha de mantenir-se sempre a un determinat nivell d'aigua.

Podem determinar que existiran 3 parts independents de la instal·lació que en un moment determinat es combinaran per abastir el màxim possible els consums del centre abans d'utilitzar les escomeses, formades per la instal·lació de reciclatge de les aigües grises de la neteja del filtre de la piscina, la instal·lació de recollida d'aigües pluvials, i la instal·lació del reg del camp de futbol.

3.7.1. Instal·lació de reciclatge d'aigües grises provinents de la neteja del filtre de la piscina

Per poder realitzar l'aprofitament de l'aigua de la neteja dels filtres, com s'ha explicat anteriorment, serà necessari executar una infraestructura formada per dipòsits d'acumulació, xarxa de canonades, accessoris i un sistema de gestió de les vàlvules.

Partim d'un sistema de neteja de l'aigua de la piscina que compta amb un filtre de sorra. Per aquesta finalitat, es va instal·lar un filtre de sorra degut a la seva alta capacitat d'eliminar sòlids en suspensió, com partícules fines i matèria col·loidal coagulada. Resulten molt efectius envers les substàncies orgàniques i poden acumular grans quantitats de contaminants abans que sigui necessària la seva neteja. Per tant, encaixa perfectament per eliminar les partícules orgàniques que es puguin trobar a l'aigua de la piscina. A més, la seva neteja és senzilla invertint el curs del pas de l'aigua que el travessa. Es descarta el filtre de carbó activat degut a que amb la seva aplicació s'eliminarien les molècules de clor, per tant no és interessant per aquesta aplicació. Pel que fa al filtre de zeolita natural, tot i ser el més efectiu per aquesta aplicació, es sol descartar la seva utilització degut als costos d'inversió que suposen, a més de la quantitat d'aigua per la seva neteja és molt més elevat que a un filtre de sorra, fet que amb la instal·lació actual on no es recupera l'aigua, estariem parlant de quantitats d'aigua molt elevades en comparació a les actuals només en la neteja del filtre.



Imatge 19: Modificació al sistema de neteja del filtre de la piscina

Pel que fa a la instal·lació de filtratge de l'aigua de la piscina, està composta per un vas de compensació, on s'acumula l'aigua que va sortint de la piscina i es sotmet a un procés de cloració. Un grup de pressió que fa passar l'aigua pel filtre de sorra i el condueix de nou cap a la piscina. Durant el procés de neteja del filtre, mitjançant unes vàlvules automàtiques, s'inverteix el pas de l'aigua pel filtre i l'aigua en comptes de ser conduïda, connecta a la xarxa de clavegueram. Per tant, en aquest punt, es modificaria aquesta canonada, afegint un desviament

amb dues canonades, una cap a la xarxa de clavegueram tal i com està realitzat actualment, i l'altre conduiria l'aigua cap un dipòsit. Tal com s'ha explicat anteriorment, aquest procés de neteja té una duració de 10 minuts aproximadament, on els 3 primers minuts s'obriria la vàlvula que condueix l'aigua cap al clavegueram. Passat aquest temps, aquesta es tancaria a l'hora que s'obriria l'altre conduint l'aigua cap al dipòsit. Posteriorment l'aigua s'utilitzaria per regar el camp o pels inodors del centre.

Per tant, ens trobem en un cas de reciclatge d'aigües grises de neteja de filtre de piscines, que és una barreja entre un sistema de reciclatge sense tractament, ja que no hem d'incorporar cap tractament extra a l'aigua, i un sistema de tractament, ja que l'aigua es tracta químicament al vas de compensació de la piscina i realment és aigua tractada amb clor, i tractada físicament pel filtre, ja que un cop han passat els 3 primers minuts el filtre es troba pràcticament net.

Els elements necessaris per poder realitzar aquestes instal·lacions són els següents:

- Dipòsit d'acumulació d'aigua

Dipòsit d'aigua amb la finalitat d'acumular l'aigua procedent de la neteja del filtre de la piscina. Per estimar la seva capacitat tindrem en compte la època de major consum, el període estival. A aquest període es realitzen regs diaris, és a dir, el consum d'aigua per cada reg serà aproximadament de $7,5 \text{ m}^3$ ($45 \text{ m}^3/\text{h}$ durant 10 minuts). Hi ha dies en que es poden arribar a realitzar dos regs diaris, és a dir el consum diari màxim seria de 14 m^3 .

Així mateix, durant aquest període, es realitzen 2 neteges de filtres cada 3 dies (0,67 neteges de filtres al dia). La neteja del filtre produeix aproximadament 10 m^3 d'aigües grises de les quals podrem reciclar aproximadament 7 m^3 . En aquest cas el consum d'aigua del reg és més elevat que el volum d'aigua reciclat de la neteja del filtre, pel que amb un volum d'acumulació que permetés emmagatzemar aquesta aigua d'un dia seria suficient.

Al període hivernal no es solen realitzar regs al camp de futbol, i a la resta de l'any podem considerar que es realitza un reg setmanal amb un consum de $7,5 \text{ m}^3/\text{h}$. Durant aquests períodes l'aigua s'utilitzarà per alimentar els inodors del centre. Estimant que pel centre passen diàriament 500 usuaris i el 100% utilitzarà els inodors 1 cop, a 6L cada ús, estimem que el consum diari d'aigua dels inodors és aproximadament de 3 m^3 d'aigua. A una neteja de filtres cada dos dies, podríem acumular 1 m^3 d'aigua cada dos dies, suposant que la xarxa dels inodors no disposi d'aigües pluvials. Si ho fa, podríem acumular fins aproximadament 21 m^3 d'aigua una setmana, i traient el reg del camp concloem que amb $13,5 \text{ m}^3$ de capacitat tindríem suficient.

Finalment, tirant cap el costat de la seguretat, fixarem un volum d'acumulació del dipòsit de **15 m³** de fibra de vidre enterrats.

Es tria un dipòsit enterrat horitzontal de la marca Totaigua, per un volum de 15 m³ d'aigua:



DEPÓSITOS ENTERRADOS HORIZONTALES				
Modelo	Volumen	Ø Diámetro	Longitud	Peso
	lts	mm	mm	Kg.
CHE-8	8.000	2.000	3.040	400
CHE-10	10.000	2.000	3.700	500
CHE-12	12.000	2.000	4.340	600
CHE-15	15.000	2.000	5.290	700
CHE-20	20.000	2.500	4.910	700
CHE-25	25.000	2.500	5.600	900

Imatge 20: Catàleg dipòsits enterrats Totaigua.

- Xarxa de canonades i accessoris

La instal·lació de neteja del filtre funciona amb la mateixa bomba que s'encarrega de filtrar l'aigua de la piscina, per tant ja disposem d'un grup de pressió que condueixi l'aigua cap el dipòsit d'acumulació. Gràcies a això, només serà necessari executar una xarxa de canonades amb les vàlvules i arquetes de registre pertinents.

- Sistema de tractament de l'aigua

Anteriorment s'ha indicat que l'aigua de la neteja provinent del filtre de la piscina està clorada, a més no es preveu que l'aigua resti llargues temporades emmagatzemada al dipòsit d'acumulació. Per aquestes raons no es contempla cap sistema de tractament químic de l'aigua reciclada.

Per seguretat, es preveu instal·lar un filtre al sistema d'aspiració de la bomba de reg per evitar possibles rebliments als canyons de reg del camp, deguts a possibles residus sòlids que poguessin romandre encara a l'aigua.

- Sistema de gestió i control

El sistema es definirà a nivell global de tota la instal·lació en apartats posteriors. Tot i això, a grans trets, les operacions que realitzarà a aquesta part de la instal·lació seran les següents:

- Actuació sobre les vàlvules motoritzades per discriminar si l'aigua es vessa al clavegueram (primers 3 minuts) o s'envia al dipòsit d'acumulació (7 minuts restants), sempre que el dipòsit acumulador no es trobi ple o inoperatiu en aquest moment.
- Control del nivell del dipòsit acumulador.
- Alarmes de nivell mínim i màxim del dipòsit acumulador.
- Actuació de les vàlvules motoritzades per conduir l'aigua al lloc desitjat segons conveniència.

El sistema de gestió i control ja està instal·lat al sistema, només caldrà afegir els elements addicionals que formin part de la nova instal·lació.

3.7.2. Instal·lació de reciclatge d'aigües pluvials

Els elements necessaris per poder realitzar les instal·lacions d'aigües pluvials són els següents:

- Sistema de canalització i recollida d'aigües pluvials

La major part de la instal·lació és existent. S'aprofitarien els canalons i els embornals de recollida existents, els baixants, i seran necessàries noves canalitzacions, on els nous col·lectors interceptaran els baixants actuals per conduir l'aigua cap el dipòsit d'acumulació d'aigües pluvials.

- Filtre d'aigües pluvials

Entre el sistema de recollida de les aigües i el dipòsit, s'instal·laria un filtre específic d'acer inoxidable per aigües pluvials a una arqueta de formigó. Aquest tipus de filtres fan neteja a dos nivells, primer una grossa i després una fina, i tenen un manteniment molt reduït de 1 o 2 neteges anuals.

El filtre d'aigües pluvials triat és de la marca 3P, model VF2, fabricat en acer inoxidable:



Imatge 21: Filtre d'aigües pluvials VF2 3P.

- Dipòsit d'acumulació d'aigües pluvials

Tenint en compte la mitjana de pluges de Barcelona, la demanda de inodors estimada de 3 m³ al dia, i la màxima aigua recollida hipotètica que s'ha realitzat anteriorment de 88,63 m³ al mes d'octubre, podem determinar que és necessari un dipòsit d'acumulació d'almenys **25 m³** d'aigua. En el cas que un dia la pluja sigui molt intensa i s'aconsegueixi omplir completament el dipòsit, es podria abastir els inodors durant 8 dies sense cap problema, ja que l'aigua es tractarà amb clor perquè no generi patògens ni es podreixi.

Es tria un dipòsit enterrat horitzontal de la marca Totaigua, per un volum de 25 m³ d'aigua:

DEPÓSITOS ENTERRADOS HORIZONTALES				
Modelo	Volumen	Ø Diámetro	Longitud	Peso
	lts	mm	mm	Kg.
CHE-8	8.000	2.000	3.040	400
CHE-10	10.000	2.000	3.700	500
CHE-12	12.000	2.000	4.340	600
CHE-15	15.000	2.000	5.290	700
CHE-20	20.000	2.500	4.910	700
CHE-25	25.000	2.500	5.600	900
CHE-30	30.000	2.500	6.650	1.000
CHE-35	35.000	2.500	7.670	1.200

Imatge 22: Catàleg dipòsits enterrats Totaigua.

- Sistema de tractament químic de cloració

Es preveu incorporar un sistema de cloració format per un panell de regulació de clor, una bomba dosificadora, les vàlvules motoritzades corresponents connectades al sistema de gestió, i un dipòsit d'emmagatzematge de la solució d'hipoclorit. Aquest aparell va recirculant l'aigua i va analitzant el contingut de clor i només hi afegeix clor quan és necessari.

El panell de regulació de cloració triat és de la marca Asepma, model C640/CI:



Imatge 23: Panell de regulació de cloració C640 Asepma.

- Grup de pressió per abastir els inodors amb fluxors

Serà necessari instal·lar un grup de pressió per poder abastir la xarxa de inodors amb fluxors existents als vestuaris i lavabos.

El grup escollit és de la marca Asepma, dues bombes centrífugues monocel·lulars autoaspirants amb prefiltre.

- Modificació de la xarxa d'aigua d'abastiment dels inodors amb fluxors

Per poder abastir els inodors amb fluxors del centre, caldrà realitzar una nova instal·lació o una modificació de l'existent que provingui del grup de pressió que agafarà l'aigua del dipòsit d'aigües pluvials o bé del dipòsit d'acumulació d'aigua de la neteja de filtres, independent de la xarxa d'abastiment d'aigua de les dutxes i aixetes.

3.7.3. Instal·lació existent del reg del camp de futbol

La instal·lació ja existent destinada al reg del camp de futbol consta dels següents elements:

- Dipòsit destinat al reg del camp de futbol

El sistema de reg del camp de futbol disposa de canyons de la marca RAIN BIRD, que consumeixen 45 m³/h per 10 minuts que dura el procés. Aquests grans volums d'aigua no es podrien aconseguir agafant l'aigua directament de la xarxa d'aigua, pel que fa necessari tindre un dipòsit. Ja que cada cop que es rega s'utilitzen 7,5 m³ d'aigua, es justifica que el volum actual d'aquest dipòsit sigui de 10 m³ d'aigua.

El dipòsit està connectat a l'escomesa del camp de futbol, ja que ha d'estar sempre a un nivell mínim de 8 m³ d'aigua.

Un cop realitzada la instal·lació de reciclatge de l'aigua, el grup de pressió del reg començaria a agafar aigua d'aquest dipòsit només quan no pogués fer-ho del dipòsit d'acumulació d'aigua de la neteja del filtre de la piscina.



Imatge 24: Canyó RAIN BIRD

- Filtre d'aigües grises provinents del dipòsit d'acumulació de la neteja del filtre

Es preveu incorporar un filtre entre la sortida del dipòsit d'acumulació d'aigua provinent de la neteja del filtre de la piscina i el grup de pressió del reg per tal d'evitar que els canyons es puguin reblir amb restes que puguin quedar del procés de neteja del filtre de la piscina.

- Grup de pressió per abastir les necessitats de reg

El grup de pressió destinat al reg del camp ja està instal·lat, pel que no es preveu cap modificació en aquest punt.

- Modificació de la xarxa d'aigua d'abastiment del reg

Per poder utilitzar els dos dipòsits segons necessitats, caldrà connectar l'actual xarxa de canonades que condueixen al grup de pressió del reg, i regular la tria mitjançant vàlvules motoritzades.

3.7.4. Zona escollida per realitzar la instal·lació

La nova instal·lació ha de disposar d'una sala de màquines on instal·lar els nous grups de pressió, a més d'una zona per enterrar els dipòsits. La zona escollida (marcada en verd a la imatge 25) està entre el camp de futbol i el centre. Actualment aquest espai no realitza cap funció i no està habilitat, només l'utilitzen puntualment quan treuen les porteries deixant-les allà. El dipòsit del reg del camp està enterrat a aquesta zona i a més compta d'espai per realitzar la sala de màquines i enterrar els dos nous dipòsits d'aigües grises i pluvials.



Imatge 25: Zona escollida per la instal·lació

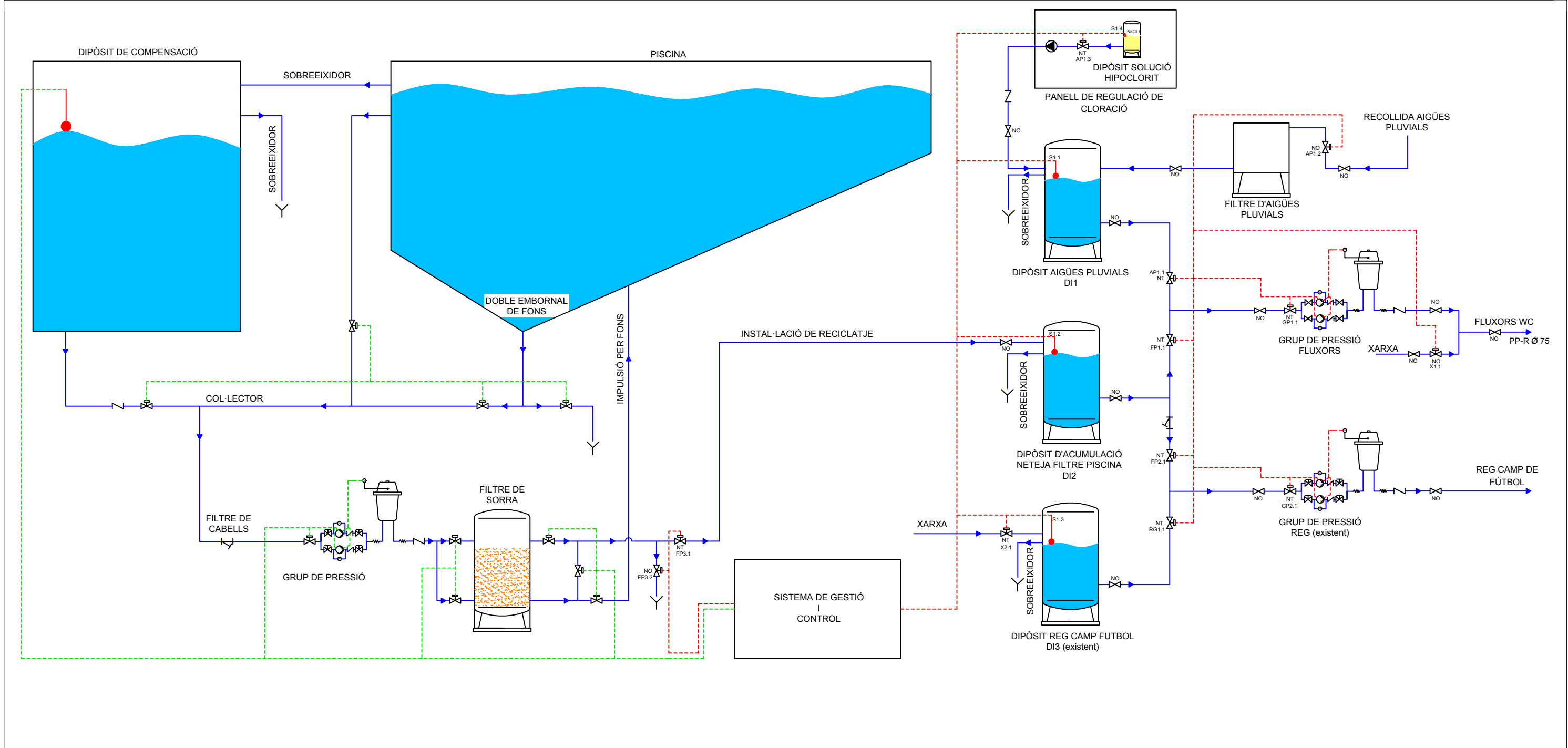


Imatge 26: Vista de perfil de la zona escollida



Imatge 27: Estat actual zona escollida

3.7.5. Esquema de principi



VÀLVULES AUTOMÀTIQUES		
REFERÈNCIA	GRUP	ESTAT INICIAL
FP1.1	FILTRE PISCINA	NT
FP2.1	FILTRE PISCINA	NT
FP3.1	FILTRE PISCINA	NT
FP3.2	FILTRE PISCINA	NO
AP1.1	AIGÜES PLUVIALS	NT
AP1.2	AIGÜES PLUVIALS	NO
AP1.3	AIGÜES PLUVIALS	NT
RG1.1	DIP. REG CAMP	NT
X1.1	XARXA FLUXORS	NO
X2.1	XARXA REG CAMP	NT
GP1.1	FLUXORS	NT
GP2.1	REG CAMP FÚTBOL	NT

GRUP DE PRESSIÓ FLUXORS	
CABAL SIMULTANI	5,87 l/s
PRESSIÓ MIN.	3,6 bar
PRESSIÓ MÀX.	6,6 bar
VOLUM DIP.PRESSIÓ	650 litres
Nº BOMBES	2

SENSORS DE NIVELL	
REFERÈNCIA	GRUP
S1.1	DIP. AIGÜES PLUVIALS
S1.2	DIP. FILTRES PISCINA
S1.3	DIP. REG CAMP
S1.4	DIP. HIPOCLORIT

VOLUMS DIPÒSITS INSTAL·LATS		
DI1	DI2	DI3
25 m3	15 m3	Dipòsit existent

LLEENDA CIRCUITS	
	CIRCUIT D'IMPULSIÓ D'AIGUA
	SISTEMA GESTIÓ INSTAL·LACIÓ RECICLATGE AIGÜES GRISES
	SISTEMA GESTIÓ FILTRATGE AIGUA DE LA PISCINA

LLEENDA			
	VÀLVULA DE TALL		FILTRE DE SORRA
	VÀLVULA DE REGULACIÓ AUTOMÀTICA		DIPÒSIT D' AIGUA
	DESGUÀS		VAS D' EXPANSIÓ
	BOMBA HIDRÀULICA		FILTRE D'AIGÜES PLUVIALS
	FILTRE		

Autor del projecte:

Carlos Mandome García

Títol del projecte:

Estudi de viabilitat i implantació d'un sistema d'aprofitament i reciclatge de les aigües grises i pluvials en una instal·lació esportiva

Escala:

-

Data:

20/04/2019

Títol del plànol:

Esquema de principi

3.7.6. Funcionament sistema de gestió

El sistema de gestió i control s'encarregarà d'obrir i tancar les vàlvules de regulació automàtica motoritzades en funció de les necessitats del centre i el nivell dels dipòsits. S'encarregarà d'abastir tant els inodors amb fluxors com el canyons del camp de futbol ja sigui mitjançant l'aigua disponible als dipòsits, els quals es prioritzaran, o bé utilitzarà l'escomesa corresponent a cada circuit, en cas que no sigui possible subministrar l'aigua amb aigües grises o pluvials.

Les vàlvules automàtiques i els sensors de nivell, la seva disposició les podem observar a l'esquema de principi anterior.

Vàlvules de regulació automàtica		
Referència	Grup	Estat inicial
FP1.1	FILTRE PISCINA	NT
FP2.1	FILTRE PISCINA	NT
FP3.1	FILTRE PISCINA	NT
FP3.2	FILTRE PISCINA	NO
AP1.1	AIGÜES PLUVIALS	NT
AP1.2	AIGÜES PLUVIALS	NO
AP1.3	AIGÜES PLUVIALS	NT
RG1.1	DIPÒSIT REG CAMP	NT
X1.1	XARXA FLUXORS	NO
X2.1	XARXA REG CAMP	NT
GP1.1	GRUP DE PRESSIÓ FLUXORS	NT
GP2.1	GRUP DE PRESSIÓ REG	NT

Taula 10: Taula de vàlvules de regulació automàtica

SENSORS DE NIVELL	
Referència	Grup
S1.1	DIPÒSIT AIGÜES PLUVIALS
S.1.2	DIPÒSIT FILTRES PISCINA
S.1.3	DIPÒSIT REG DEL CAMP
S.1.4	DIPÒSIT SOLUCIÓ HIPOCLORIT

Taula 11: Sensors de nivell

Al sistema de gestió i control existent a les instal·lacions s'encarrega de gestionar el filtratge de l'aigua de la piscina. Les connexions les podem trobar a l'esquema de principi al circuit amb color verd. Donat que aquest sistema ja existeix i no s'ha de modificar, i el seu funcionament ja s'ha explicat a apartats anteriors, no s'entra més en detall.

Les operacions que realitzarà el nou sistema destacat a l'esquema de principi al circuit amb color vermell, en un estat inicial on les aigües de fluxors i del reg provenen de les escomeses corresponents com al sistema existent, són les següents:

- Actuació sobre les vàlvules motoritzades amb referències FP3.2 i FP3.1. En estat inicial, l'aigua s'aboca a la xarxa de clavegueram, corresponent als 3 primers minuts de la operació de neteja de filtres. Un cop passats aquests 3 minuts, FP3.2 corresponent a la xarxa de clavegueram, canviarà el seu estat a NT a l'hora que FP3.1 canviarà a NO, per tant, l'aigua deixarà d'anar al clavegueram a començar a omplir el dipòsit d'acumulació d'aigua corresponent a la neteja del filtre de la piscina. Un cop finalitzat la neteja de filtres, les vàlvules tornaran al seu estat inicial, preparades pel següent procés de neteja. En cas que el sensor d'aquest dipòsit S1.2, detecti que el dipòsit es troba ple, donarà l'ordre de posada a nivell inicial ambdues vàlvules per evitar l'excés d'aigua.
- En cas de pluja, la vàlvula AP1.2 es troba en estat inicial per començar a recollir les aigües pluvials al dipòsit d'aigües pluvials (estat NO). Donat aquest moment, quan el sensor S1.1 detecti que comença a haver-hi aigua, donarà senyal al sistema de tractament químic de cloració i regularà la vàlvula AP1.3 per clorar les aigües. En cas que el sensor S1.1 detecti que hi ha suficient aigua, obrirà les vàlvules AP1.1 i GP1.1 i el grup de pressió de fluxors entrarà en funcionament agafant aigua d'aquest dipòsit, per tant, tancaria la vàlvula de la xarxa X1.1. També canviaria l'estat de la vàlvula FP1.1 a NT en cas que estigués oberta en aquest moment. Un cop el sensor S1.1 detectés que no es pot extreure més aigua, es poden trobar dos casos: el primer és que les vàlvules tornessin al seu estat inicial, i el segon és que si el sensor del dipòsit d'acumulació d'aigües provinents de la neteja del filtre de la piscina S1.2 donés senyal que es pot extreure aigua del mateix, només es tancaria la vàlvula AP1.1 per obrir la vàlvula FP1.1, corresponent a aquest dipòsit.
- En cas que el sensor S1.2 detectés aigua suficient al dipòsit DI2, els dos grups de pressió, tant del de fluxors com el del reg del camp, podrien utilitzar aquesta aigua. Per tant, si no s'està regant el camp, només el grup de pressió de fluxors extrauria aigua del dipòsit. S'obririen les vàlvules FP1.1, FP1.1, i es tancaria la de l'escomesa X1.1. En cas de reg del camp, simultàniament es poden obrir les vàlvules FP2.1 i GP2.1 per abastir el reg amb aquest dipòsit. Si no està alimentant els fluxors, només s'obririen aquestes dues últimes vàlvules. Un cop S1.2 detecti que no hi ha suficient aigua al dipòsit, tancaria les dues

vàlvules FP1.1 i FP2.1, i els grups de pressió haurien d'extreure aigua d'un altre dipòsit o bé de l'escomesa en cas dels fluxors.

- El sensor S1.3 ha de garantir que el dipòsit del reg del camp de futbol està simple ple, com fa el sistema actualment, per tant obrirà la vàlvula X2.1 per fer-ho i la tancarà un cop omplert. Un cop hi hagi demanda de reg, el grup de pressió de reg entrarà en funcionament obrint la vàlvula GP2.1. El sistema prioritzarà l'aigua del dipòsit d'aigües grises DI2 si el sensor S1.2 dona el consentiment, i obriria la vàlvula FP2.1. Si no ho fa, s'obrirà la vàlvula RG1.1 i l'abastiment serà com es realitza actualment. Un cop finalitzat el reg, les vàlvules utilitzades tornaran al seu estat inicial.

En resum, per l'abastiment de fluxors es donen 3 casuístiques ordenades per ordre de prioritziació: abastiment del dipòsit d'aigües pluvials (DI1), del dipòsit d'aigües grises de la piscina, o bé abastiment de xarxa.

Vàlvules Fluxors		Abastiment		
Referència	Grup	Xarxa	DI1	DI2
FP1.1	FILTRE PISCINA	NT	NT	NO
AP1.1	AIGÜES PLUVIALS	NT	NO	NT
AP1.2	AIGÜES PLUVIALS	NO	NO	NO
AP1.3	AIGÜES PLUVIALS	NT	NO	NT
GP1.1	GRUP DE PRESSIÓ FLUXORS	NT	NO	NO

Taula 12: Estat vàlvules per abastiment de fluxors

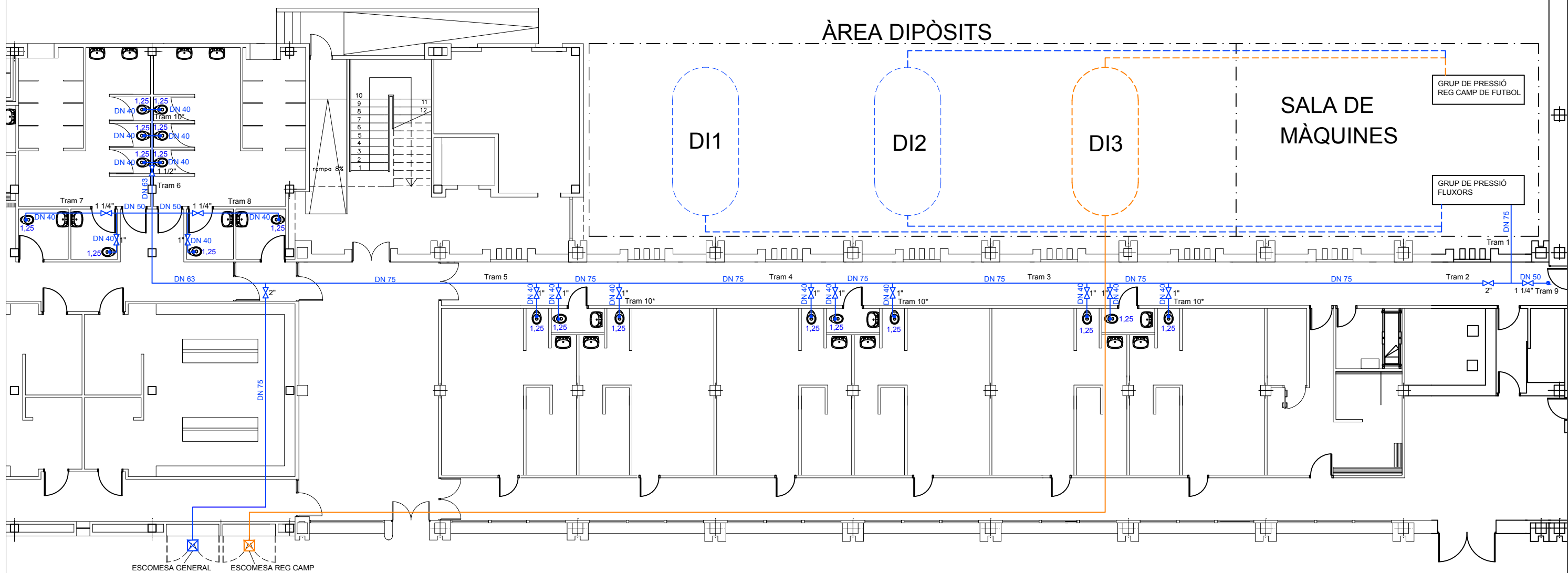
Per l'abastiment del reg del camp de futbol, es donen 2 casuístiques ordenades per ordre de prioritziació: abastiment del dipòsit d'aigües grises de la piscina (DI2), o abastiment del dipòsit de reg del camp de futbol (sistema actual).

Vàlvules Reg Camp de Futbol		Abastiment	
Referència	Grup	DI2	DI3
FP2.1	FILTRE PISCINA	NO	NT
RG1.1	DIPÒSIT REG CAMP	NT	NO
GP2.1	GRUP DE PRESSIÓ REG	NO	NO

Taula 13: Estat vàlvules per abastiment del reg el camp de futbol

3.7.7. Esquemes de fontaneria

FAÇANA POSTERIOR

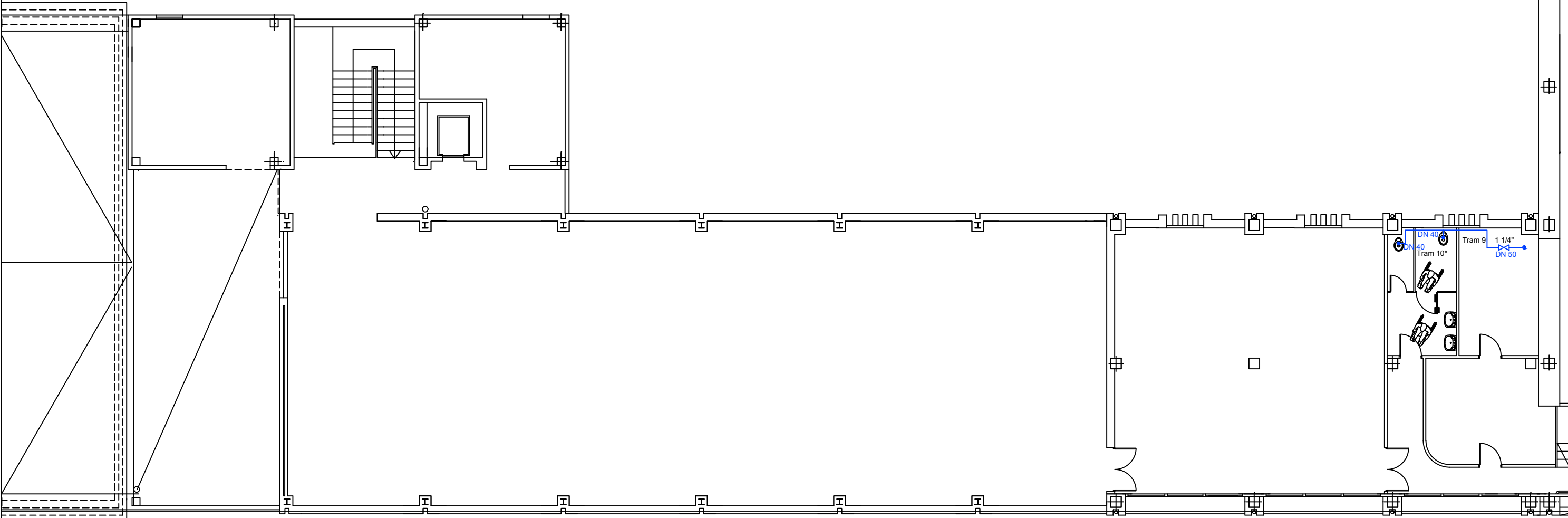


FAÇANA PRINCIPAL

- LLEGENDA
- XARXA AFS FLUXORS
 - XARXA REG CAMP DE FUTBOL
 - TRAM VERTICAL AFS FLUXORS
 - FLUXOR
 - CLAU DE TALL

Autors del projecte: Carlos Mandome García	Títol del projecte: Estudi de viabilitat i implantació d'un sistema d'aprofitament i reciclatge de les aigües grises i pluvials en una instal·lació esportiva	Escala: 1:150	Data: 20/04/2019	Títol del plànol: ESQUEMA DE FONTANERIA PLANTA BAIXA
--	---	-----------------------------	--------------------------------	--

FAÇANA POSTERIOR



FAÇANA PRINCIPAL

LLEGENDA

- XARXA AFS FLUXORS
- XARXA REG CAMP DE FUTBOL
- TRAM VERTICAL AFS FLUXORS
- FLUXOR
- CLAU DE TALL

Autors del projecte:

Carlos Mandome García

Títol del projecte:

Estudi de viabilitat i implantació d'un sistema d'aprofitament i reciclatge de les aigües grises i pluvials en una instal·lació esportiva

Escala:

1:150

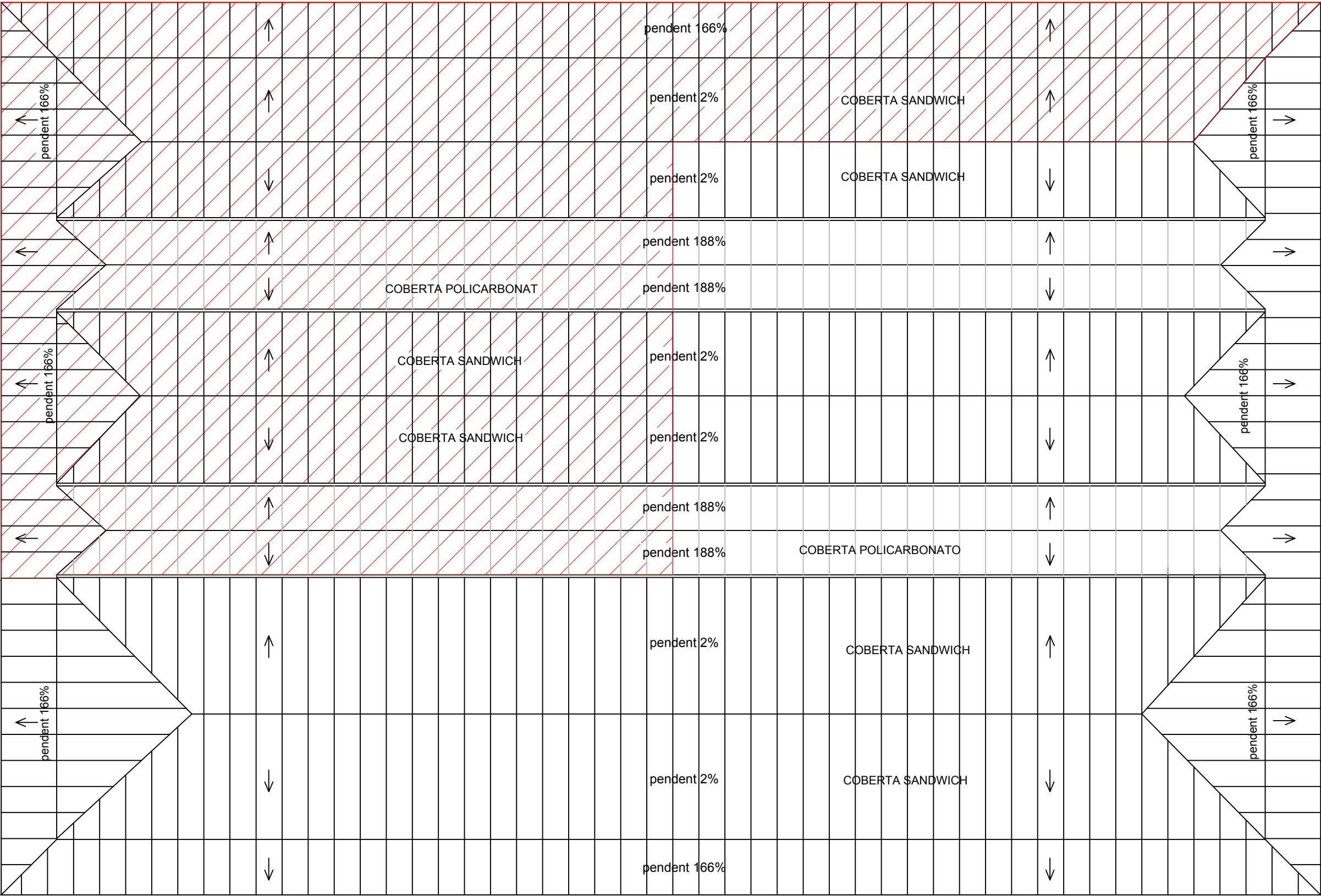
Data:

20/04/2019

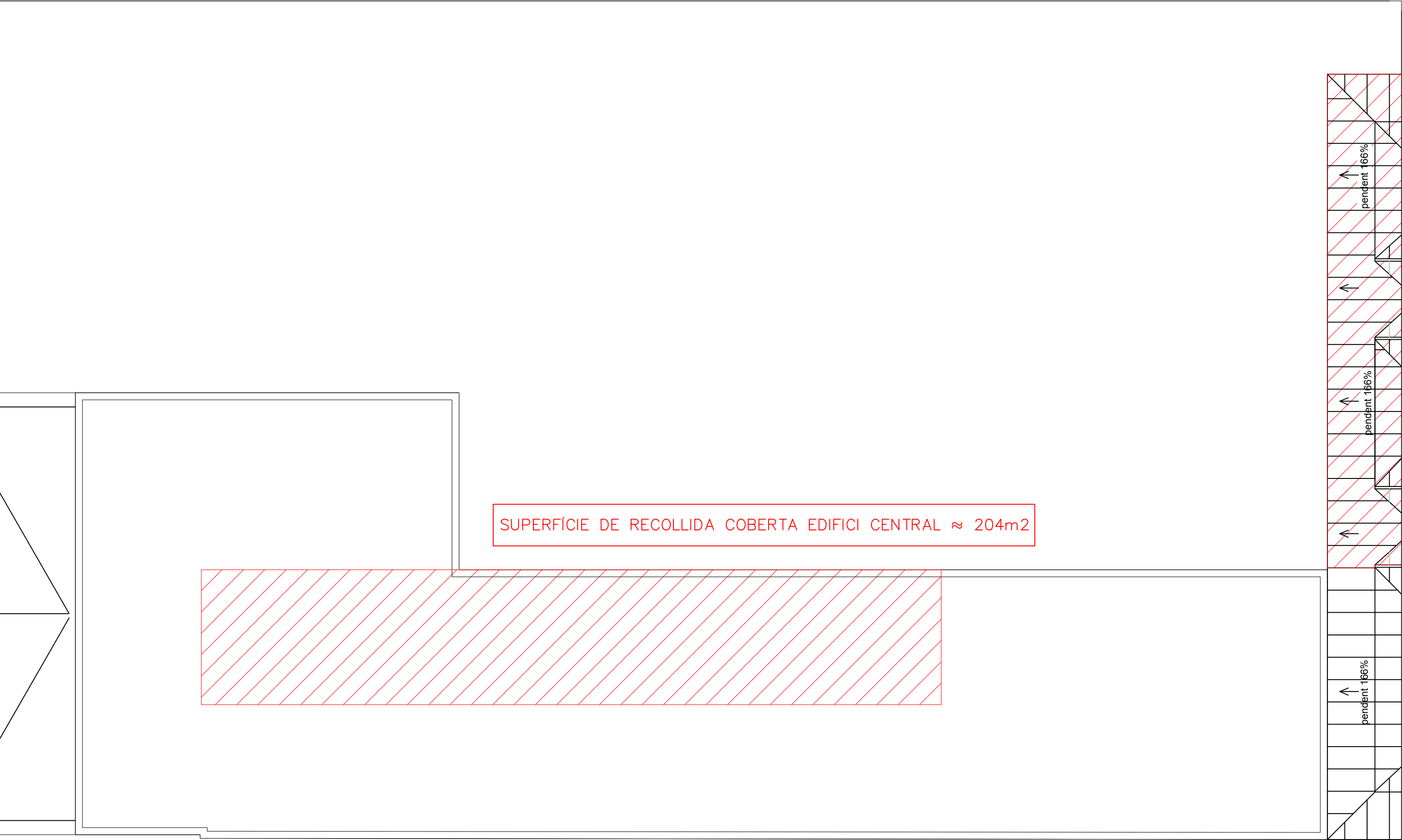
Títol del plànol:

ESQUEMA DE FONTANERIA PLANTA SUPERIOR

SUPERFÍCIE DE RECOLLIDA COBERTA DEL PAVELLÓ ≈ 620m2

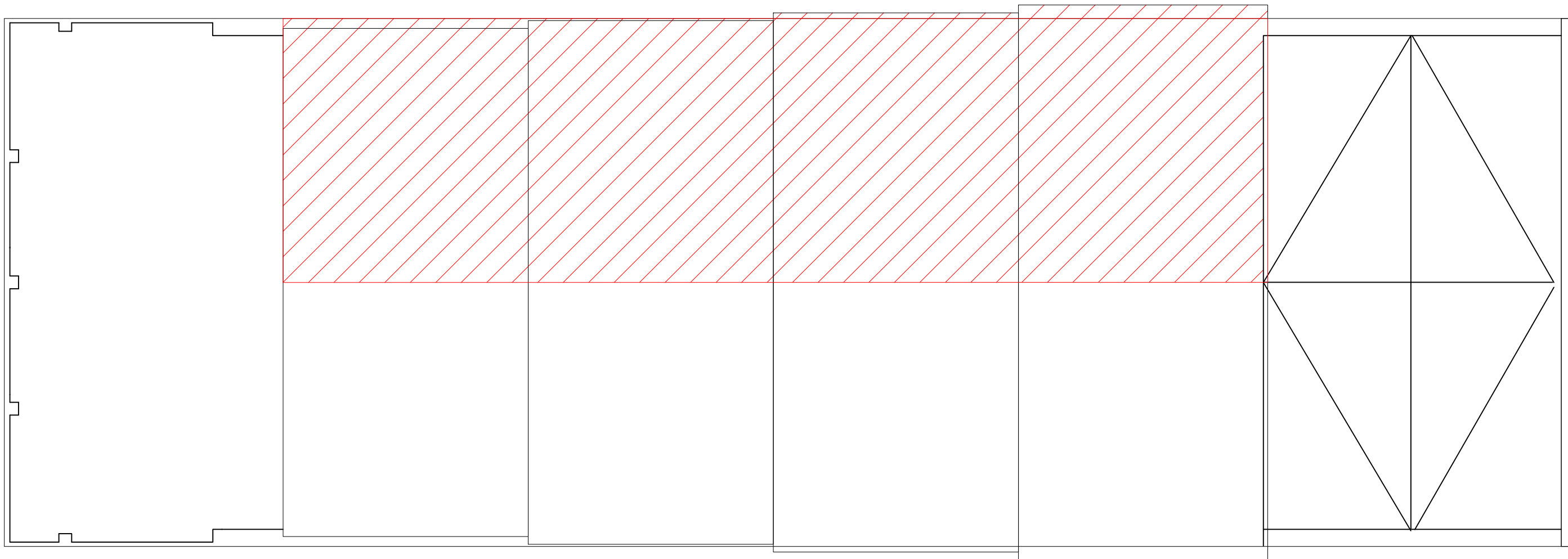


Autors del projecte: Carlos Mandome García	Títol del projecte: Estudi de viabilitat i implantació d'un sistema d'aprofitament i reciclatge de les aigües grises i pluvials en una instal·lació esportiva	Escala: 1:150	Data: 20/04/2019	Títol del plànol: SUPERFÍCIE RECOLLIDA AIGÜES PLUVIALS COBERTA DEL PAVELLÓ
--	---	-----------------------------	--------------------------------	--



Autors del projecte: Carlos Mandome García	Títol del projecte: Estudi de viabilitat i implantació d'un sistema d'aprofitament i reciclatge de les aigües grises i pluvials en una instal·lació esportiva	Escala: 1:150	Data: 20/04/2019	Títol del plànol: SUPERFÍCIE RECOLLIDA AIGÜES PLUVIALS COBERTA EDIFICI CENTRAL
--	---	-----------------------------	--------------------------------	--

SUPERFÍCIE DE RECOLLIDA COBERTA DE LA PISCINA $\approx 324\text{m}^2$



Autors del projecte:

Carlos Mandome García

Títol del projecte:

Estudi de viabilitat i implantació d'un sistema
d'aprofitament i reciclatge de les aigües grises i pluvials
en una instal·lació esportiva

Escala:

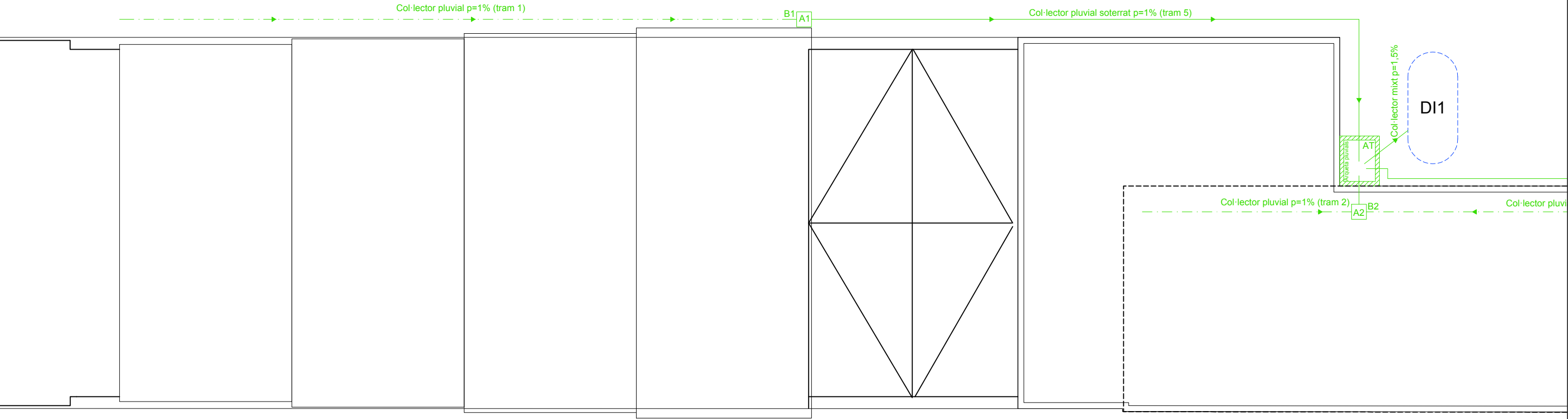
1:150

Data:

20/04/2019

Títol del plànol:

SUPERFÍCIE RECOLLIDA AIGÜES
PLUVIALS COBERTA DE LA PISCINA



LLEGENDA

COL·LECTOR PLUVIAL SOTERRAT

COL·LECTOR PLUVIAL

BAIXANT AMB ARQUETA DE PEU DE BAIXANT

COL·LECTORS PLUVIALS	
COL·LECTOR	DIÀMETRE (mm)
TRAM 1	160
TRAM 2	90
TRAM 3	110
TRAM 4	200
TRAM 5	160
TRAM 6	200
MIXT	250

BAIXANTS PLUVIALS	
BAIXANT	DIÀMETRE (mm)
B1	110
B2	90
B3	125

ARQUETES PLUVIALS	
ARQUETA	DIMENSIONS (mm)
A1	60x60
A2	50x50
A3	60x60
AT	60x70

Autors del projecte:

Carlos Mandome García

Títol del projecte:

Estudi de viabilitat i implantació d'un sistema d'aprofitament i reciclatge de les aigües grises i pluvials en una instal·lació esportiva

Escala:

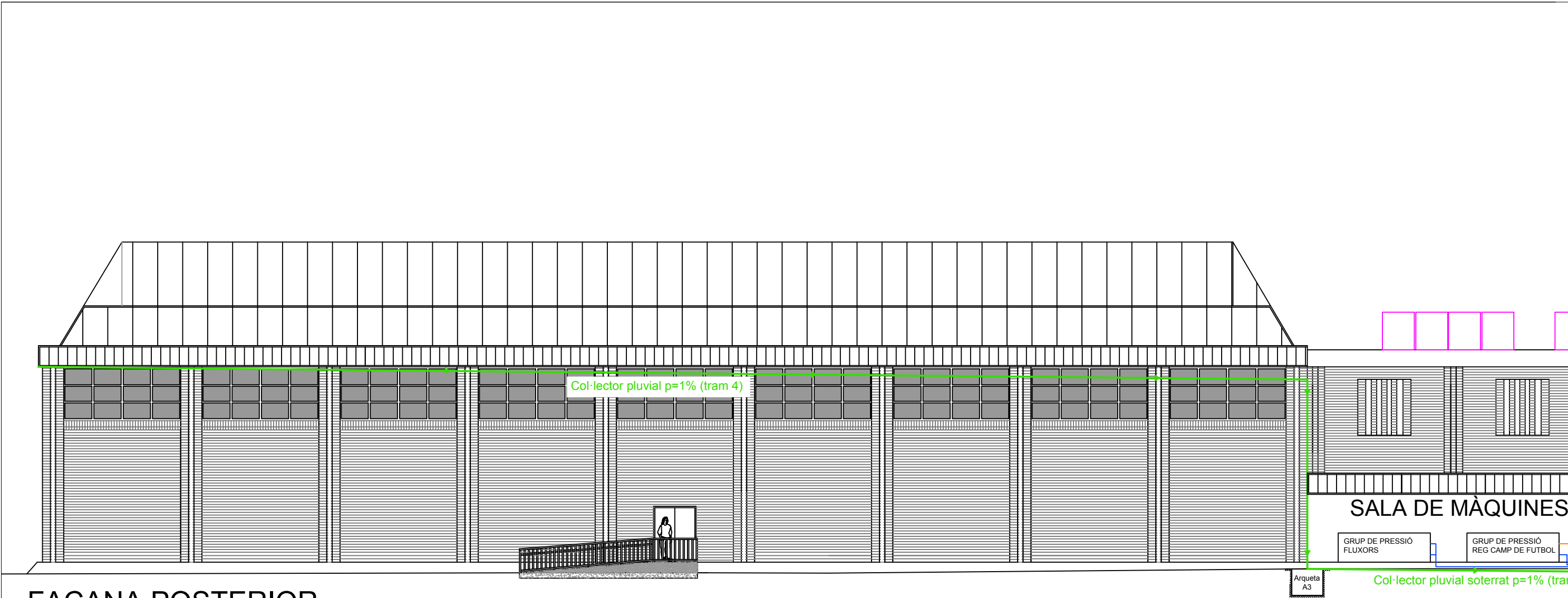
1:200

Data:

20/04/2019

Títol del plànol:

ESQUEMA COL·LECTORS PLUVIALS
PART ESQUERRA



FAÇANA POSTERIOR

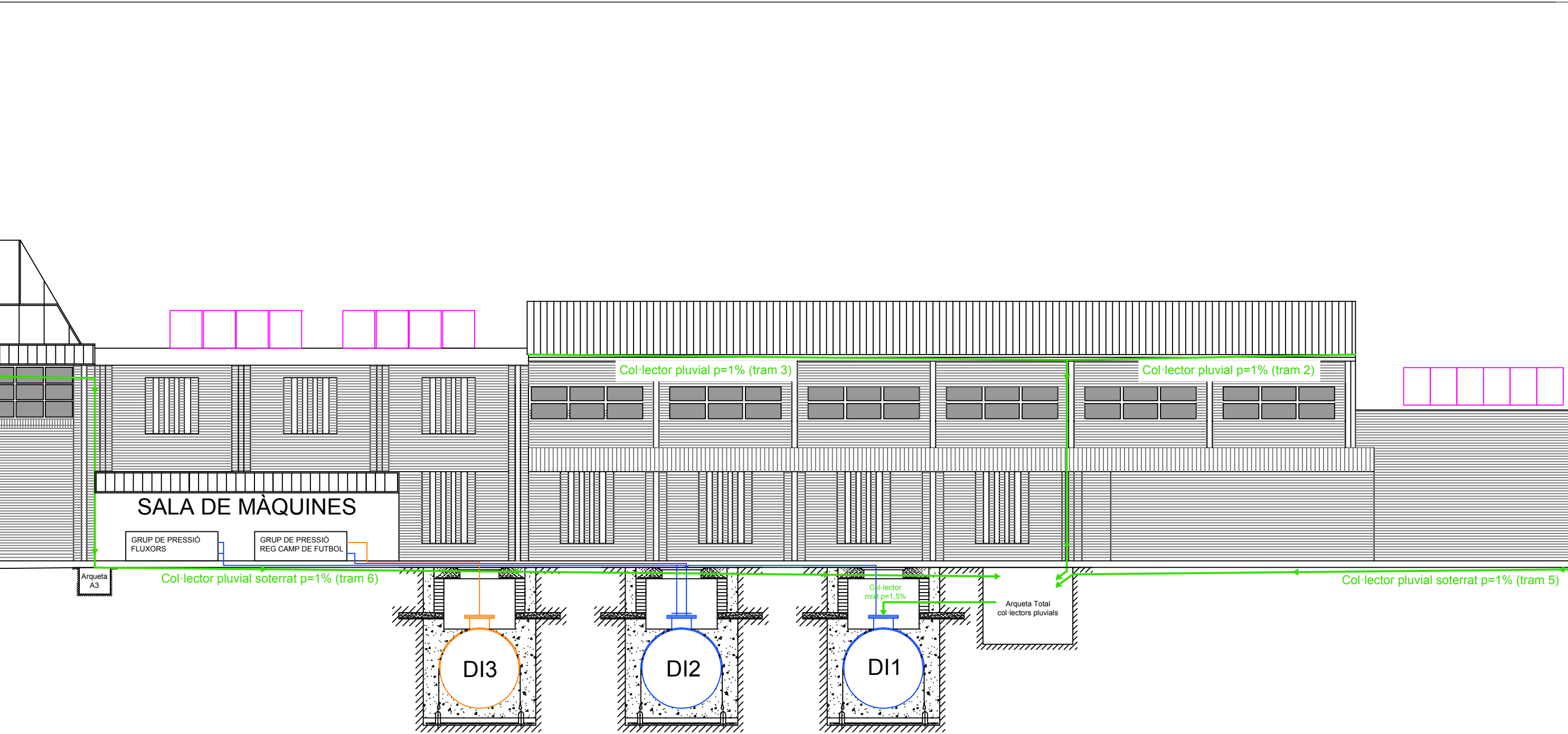
- LLEGENDA
- COL·LECTOR PLUVIAL
 - BAIXANT AMB ARQUETA DE PEU DE BAIXANT
 - XARXA AFS FLUXORS
 - XARXA REG CAMP DE FUTBOL

COL·LECTORS PLUVIALS	
COL·LECTOR	DIÀMETRE (mm)
TRAM 1	160
TRAM 2	90
TRAM 3	110
TRAM 4	200
TRAM 5	160
TRAM 6	200
MIXT	250

BAIXANTS PLUVIALS	
BAIXANT	DIÀMETRE (mm)
B1	110
B2	90
B3	125

ARQUETES PLUVIALS	
ARQUETA	DIMENSIONS (mm)
A1	60x60
A2	50x50
A3	60x60
AT	60x70

Autors del projecte: Carlos Mandome García	Títol del projecte: Estudi de viabilitat i implantació d'un sistema d'aprofitament i reciclatge de les aigües grises i pluvials en una instal·lació esportiva	Escala: 1:150	Data: 20/04/2019	Títol del plànol: ESQUEMA COL·LECTORS PLUVIALS FAÇANA POSTERIOR 1
--	---	-----------------------------	--------------------------------	--



LLEGGENDA

- COL·LECTOR PLUVIAL
- BAIXANT AMB ARQUETA DE POU DE BAIXANT
- XARXA AFS FLUXORS
- XARXA REG CAMP DE FUTBOL

COL·LECTORS PLUVIALS	
COL·LECTOR	DIÀMETRE (mm)
TRAM 1	160
TRAM 2	90
TRAM 3	110
TRAM 4	200
TRAM 5	160
TRAM 6	200
MIXT	250

BAIXANTS PLUVIALS	
BAIXANT	DIÀMETRE (mm)
B1	110
B2	90
B3	125

ARQUETES PLUVIALS	
ARQUETA	DIMENSIONS (mm)
A1	60x60
A2	50x50
A3	60x60
AT	60x70

Autors del projecte:

Carlos Mandome García

Títol del projecte:

Estudi de viabilitat i implantació d'un sistema d'aprofitament i reciclatge de les aigües grises i pluvials en una instal·lació esportiva

Escala:

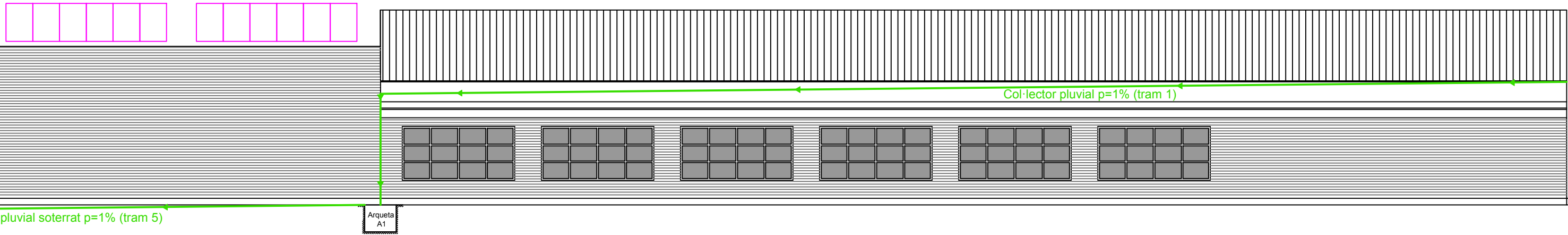
1:150

Data:

20/04/2019

Títol del plànol:

ESQUEMA COL·LECTORS PLUVIALS
FAÇANA POSTERIOR 2



LLEGGENDA

- COL·LECTOR PLUVIAL
- BAIXANT AMB ARQUETA DE PEU DE BAIXANT
- XARXA AFS FLUXORS
- XARXA REG CAMP DE FUTBOL

COL·LECTORS PLUVIALS	
COL·LECTOR	DIÀMETRE (mm)
TRAM 1	160
TRAM 2	90
TRAM 3	110
TRAM 4	200
TRAM 5	160
TRAM 6	200
MIXT	250

BAIXANTS PLUVIALS	
BAIXANT	DIÀMETRE (mm)
B1	110
B2	90
B3	125

ARQUETES PLUVIALS	
ARQUETA	DIMENSIONS (mm)
A1	60x60
A2	50x50
A3	60x60
AT	60x70

Autors del projecte:

Carlos Mandome García

Títol del projecte:

Estudi de viabilitat i implantació d'un sistema d'aprofitament i reciclatge de les aigües grises i pluvials en una instal·lació esportiva

Escala:

1:150

Data:

20/04/2019

Títol del plànol:

ESQUEMA COL·LECTORS PLUVIALS
FAÇANA POSTERIOR 3

4. Valoració econòmica

4.1. Balanç d'aigua anual estalviada en cost

Recordant d'apartats anteriors, el total d'aigua consumida pel centre és de 9870 m³, d'aquests 6500 m³ corresponen a l'escomesa general, i 3370 m³ corresponen a l'escomesa del camp de futbol.

El total d'aigua reciclable dels processos de neteja de filtres i d'aigües pluvials ens aporten un estalvi anual aproximat de 1880,5 m³ (1400 m³ de la neteja de filtres, i 480,5 m³ d'aigües pluvials).

L'estalvi anual representa un 19,05% de l'aigua consumida pel centre. L'estalvi estimat (contant un cost aproximat de l'aigua de 1,6€ un metre cúbic) és de 3.010€. El centre té actualment uns costos de consum de 16.000€.

4.2. Costos de les instal·lacions

4.2.1. Instal·lació de reciclatge de les aigües pluvials

Descripció	Quantitat	Preu unitari	Total
Col·lector de polietilè d'alta densitat per a evacuació d'aigües residuals, PE 80 de 200mm de diàmetre nominal exterior, 5 bar de pressió nominal, sèrie SDR 26 segons UNE-EN 13244-2	100	96,00 €	9.600,00 €
Col·lector de polietilè d'alta densitat per a evacuació d'aigües residuals, PE 80 de 160mm de diàmetre nominal exterior, 5 bar de pressió nominal, sèrie SDR 26 segons UNE-EN 13244-2	70	84,00 €	5.880,00 €
Col·lector de polietilè d'alta densitat per a evacuació d'aigües residuals, PE 80 de 110mm de diàmetre nominal exterior, 5 bar de pressió nominal, sèrie SDR 26 segons UNE-EN 13244-2	20	67,00 €	1.340,00 €
Col·lector de polietilè d'alta densitat per a evacuació d'aigües residuals, PE 80 de 90mm de diàmetre nominal exterior, 5 bar de pressió nominal, sèrie SDR 26 segons UNE-EN 13244-2	10	62,00 €	620,00 €
Baixant de polietilè d'alta densitat per a sistemes d'evacuació sifònica, PE 80 de 125 mm de diàmetre nominal exterior de 5 bar de pressió nominal, sèrie SDR 26 segons UNE-EN 13244-2, inclosos accessoris i elements de fixació	7	22,00 €	154,00 €

Baixant de polietilè d'alta densitat per a sistemes d'evacuació sifònica, PE 80 de 110 mm de diàmetre nominal exterior de 5 bar de pressió nominal , sèrie SDR 26segons UNE-EN 13244-2, inclosos accessoris i elements de fixació	8	18,00 €	144,00 €
Baixant de polietilè d'alta densitat per a sistemes d'evacuació sifònica, PE 80 de 90 mm de diàmetre nominal exterior de 5 bar de pressió nominal , sèrie SDR 26segons UNE-EN 13244-2, inclosos accessoris i elements de fixació	4	15,00 €	60,00 €
Arqueta de registre de Formigó prefabricat de 60x60x50 cm.	2	72,00 €	144,00 €
Arqueta de registre de Formigó prefabricat de 50x50x45 cm.	1	69,00 €	69,00 €
Arqueta de registre de Formigó prefabricat de 60x70x60 cm.	1	81,00 €	81,00 €
Filtre d'aigües pluvials, marca 3P, model VF2 Fabricat en acer inoxidable; Dimensions: Llarg 540 x Ample 390 x Alçada 670 mm; Connexions: Entrada DN200; per instal·lació en arqueta de formigó amb un diàmetre de 1000mm. Capacitat hidràulica: 40,2 l/s; Capacitat de filtració 3,0 l/s. Pes: 24,2kg	1	1.918,00 €	1.918,00 €
Panell de regulació de clor, marca Ath, model C640/Cl. Inclou: Filtre de protecció, sonda, portasondes, vàlvules d'ajustar cabal, canonades d'alimentació hidràulica, vàlvula presa de mostres, etc. IP-65, 220 V Dimensiones: Altura 800 mm; Ample 600 mm; Profund 155 mm	1	2.054,85 €	2.054,85 €
Bomba dosificadora Caudal màx. 2 l/h, Pressió 7 bar IP54, 220V	1	202,91 €	202,91 €
Dipòsit d'emmagatzematge solució hipoclorit, fabricat en PE Capacitat: 120 l Dimensions: Diàmetre: 510 mm, altura 730 mm	1	108,15 €	108,15 €
Dipòsit cilíndric amb tapa de polièster reforçat, de 25.000 l de capacitat, instal·lació enterrada inclosa	1	3.900,00 €	3.900,00 €
Mecanisme d'alimentació per a dipòsit, amb accionament electromecànic, fixat i connectat.	1	25,00 €	25,00 €
Mà d'obra subcontractes d'instal·lacions no incloses al preu	1	2.000,00 €	2.000,00 €
TOTAL			28.300,91 €
Elements auxiliars		10%	31.131,00 €
Taxes costos indirectes		15%	35.800,65 €
Preu amb marge de benefici		10%	38.913,75 €

4.2.2. Instal·lació de reciclatge d'aigües grises de la neteja del filtre de la piscina

Descripció	Quantitat	Preu unitari	Total
Construcció i material Sala de màquines, 11x7x3,5 m	1	8.500,00 €	8.500,00 €
Grup de pressió d'aigua de membrana, per a un cabal de 6 m ³ /h com a màxim, pressió màxima de 7 bar i mínima de 3 bar, amb motor trifàsic i muntat sobre bancada.	1	650,00 €	650,00 €
Dipòsit cilíndric amb tapa de polièster reforçat, de 15.000 l de capacitat, instal·lació enterrada inclosa	1	2.600,00 €	2.600,00 €
Tub de Polipropilè-copolímer PP-R a pressió de diàmetre 40x5,5 mm, sèrie S 3,2 segons UNE-EN ISO 15874-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat en el fons de la rasa	42	4,167 €	175,01 €
Tub de Polipropilè-copolímer PP-R a pressió de diàmetre 50x46,9 mm, sèrie S 3,2 segons UNE-EN ISO 15874-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat en el fons de la rasa	10	6,095 €	60,95 €
Tub de Polipropilè-copolímer PP-R a pressió de diàmetre 63x58,6 mm, sèrie S 3,2 segons UNE-EN ISO 15874-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat en el fons de la rasa	38	10,393 €	394,93 €
Tub de Polipropilè-copolímer PP-R a pressió de diàmetre 75x10,3 mm, sèrie S 3,2 segons UNE-EN ISO 15874-2, soldat, amb grau de dificultat mitjà i col·locat en el fons de la rasa	40	15,666 €	626,64 €
Fluxor per inodor Presto 100 M 14109 Temporitzat Caudal: 1,25 l/s tancament automàtic 7 +- 2s. Entrada mascle 3/4 sense clau de pas. Femella racor de sortida i junta per tub de Ø28mm. Pressió dinàmica necessària a l'entrada del fluxor de 0,9 bar. Pes: 0,53 kg. Nivell de soroll categoria II segons normativa EN 200	21	47,57 €	998,97 €
TOTAL			14.006,51 €
Elements auxiliars		10%	15.407,16 €
Taxes costos indirectes		15%	17.718,23 €
Marge de benefici		10%	19.258,95 €

4.3. Període de retorn de la inversió

A l'apartat anterior s'han analitzat els costos de les noves instal·lacions: 38.913,75€ per la recollida d'aigües pluvials i 19.258,95€, una inversió total de **58.172,7€**.

A l'apartat 4.1 s'ha analitzat que anualment, gràcies a les instal·lacions es poden arribar a estalviar 3.010€ de consum d'aigua.

Per tant, el període d'amortització de la inversió és de **19,33 anys**. Podem determinar que aquesta inversió no és gaire rentable, ja que el període d'amortització és bastant alt. A més, aquest podria arribar a ser més gran ja que en 19 anys les noves instal·lacions precisaran de manteniment i reparació de possibles averies.

Tot i que econòmicament no sigui gaire rentable realitzar aquestes instal·lacions, de cara al medi ambient sí ho serien, ja que s'estalvien grans quantitats d'aigua que no s'aboquen al clavegueram.

Podem afirmar que aquest tipus d'instal·lacions s'han d'implementar quan es realitzen instal·lacions noves des de zero, ja que els costos extrems que suposaria realitzar-les en comptes de fer sistemes convencionals, pràcticament no influirien al cost final de construcció de l'edifici.

5. Conclusions

Aquest treball m'ha servit per consolidar i adquirir nous coneixements relacionats amb les instal·lacions d'aigua de sanejament, a més d'haver pogut profunditzar en un tema que fa molt de temps que volia estudiar, sobre el reciclatge de les aigües grises. Considero que és un tema molt important i que encara té molt marge de millora, entenent millor ara les seves aplicacions, restriccions, i maneres d'implementar els diferents sistemes existents.

El treball aplicat a un centre poliesportiu presenta la dificultat de poder combinar l'emmagatzematge de les aigües grises i pluvials amb els consums del centre. Aquesta problemàtica apareix a totes les instal·lacions d'aquest tipus, ja que els consums no solen ser constants, igual que la recollida d'aquestes aigües. El fet d'haver pogut solucionar-ho de la millor manera possible, podent aprofitar finalment pràcticament el 100% de l'aigua reciclada, ha resultat molt satisfactori, tant a nivell personal com perquè el treball ha assolit un dels seus objectius principals.

Degut a que les instal·lacions ja eren existents, no s'ha pogut aplicar el reciclatge d'aigües grises provinents de les dutxes. Com s'ha analitzat a apartats anteriors, hagués sigut la font principal d'abastiment per la resta de consums del centre. La implementació d'aquesta instal·lació hagués incrementat els costos notablement fent-los inassequibles, ja que s'havia de reemplaçar la instal·lació de recollida d'aigües grises existent per una completament nova, és a dir, des de un pitjor escenari que partir des de zero. Per tant, seria molt eficient si es construïssin des del principi de la construcció dels edificis.

Pel que fa a la valoració econòmica, el temps d'amortització resulta massa llarg degut al poc estalvi anual que suposa. Podem concloure que aquest tipus d'instal·lacions s'han d'implementar des de l'inici de la creació d'un nou edifici, tant les xarxes de recollida d'aigües grises de les dutxes, els sistemes de recollida d'aigües provinents de neteja de filtres de piscines, com dels sistemes de recollida d'aigües pluvials.

6. Bibliografia

Agència Catalana de l'Aigua (2001, juny 26). Decret 165/2001, de 12 de juny, de modificació del Decret 95/2000, de 22 de febrer, pel qual s'estableixen les normes sanitàries aplicables a les piscines d'ús públic. Consultat 2 de Febrer de 2019, des de http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/legislacio/decrets/decret_165_2001.htm

Agència Catalana de l'Aigua (2000, març 6). Decret 95/2000, de 22 de febrer, pel qual s'estableixen les normes sanitàries aplicables a les piscines d'ús públic. Consultat 2 de Febrer de 2019, des de https://dibaaps.diba.cat/scripts/ftpisa.aspx?fnew?cido&dogc/2000/03/20000306/DOGC_2000_0306_026_029.pdf

Agència Catalana de l'Aigua (2001, juny 26). Decret 165/2001, de 12 de juny, de modificació del Decret 95/2000, de 22 de febrer, pel qual s'estableixen les normes sanitàries aplicables a les piscines d'ús públic. Consultat 3 de Febrer de 2019, des de http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/legislacio/decrets/decret_165_2001.htm

Comisión Sectorial de Aguas Grises (2011, novembre). Guía técnica española de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises de edificios. Consultat 9 de Febrer de 2019, des de <http://www.remosa.net/pdf/GUIA%20TECNICA%20ESPANOLA%20RECICLAJE%20AGUAS%20GRISAS.PDF>

A. Arahuetes (n. d.). Reutilización y sostenibilidad: El aprovechamiento de las aguas grises y las aguas pluviales. Consultat 9 de Febrer de 2019, des de https://www.um.es/documents/3456781/4761291/Comunicaci%C3%B3n_Arahuetes.pdf/afc9b1eb-2819-4597-8bf0-44df7824c5d9

A. Dazne (2017, maig 2). Sistema Brac para el reciclado de agua. Consultat 16 de Febrer de 2019, des de <https://blog.is-arquitectura.es/2017/05/02/sistema-brac-para-reciclado-de-aguas-grises>

C. Santasmasas (2018, juliol 8). Aguas grises: Origen, composición y tecnologías para su reciclaje. Consultat 16 de Febrer de 2019, des de https://www.aquaespana.org/sites/default/files/documents/files/Pildora_08-Grises_origen.pdf

Fundación Deportiva Municipal (2011). Manual de mantenimiento de instalaciones deportivas.

Consultat 17 de Febrer de 2019, des de

<https://www.diba.cat/documents/41289/6629960/Manual+mantenimiento+2011.pdf/45d49263-3eef-4d1d-9611-629a16d8f173>

Genesis Water Technologies (2016, novembre 4). Sistema de reutilización de aguas grises.

Consultat 2 de Març de 2019, des de <https://www.youtube.com/watch?v=qajejqVZmOo>

Grey Water Net (n. d.). Tratamiento de aguas grises. Consultat 3 de Març de 2019, des de

<http://www.greywater.net.com/tratamiento-aguas-grises.html>

J. Huguet (2018, juliol 6). Aprovechar las aguas pluviales y reciclar las aguas grises. Consultat 3

de Març de 2019, des de

https://www.aquaespana.org/sites/default/files/documents/files/Pildora_06-Aprovechamiento_grises_pluviales.pdf

Código técnico de la Edificación (n. d.). DB-HS Salubridad. Consultat 24 de Març de 2019, des de

<https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/salubridad/DBHS.pdf>

EGB Group (2019, març). Polipropileno. Tuberías y accesorios. Consultat 13 de Abril de 2019,

des de <http://www.egbgroup.com/pdfs/polipropileno-tarifas-es.pdf>

Tecnopipe Tubos y Accesorios(n. d.). PP-R Polipropileno Manual Técnico. 14 de Abril de 2019,

des de <https://docplayer.es/9451890-Tubos-y-accesorios-pp-r-polipropileno-manual-tecnico.html>

Instituto de tecnologia de la construcción (ITeC)(n. d.). BEDEC base de datos de precios.

Consultat 14 de Abril de 2019, des de <https://itec.es/banco-precios-bedec/>

Arquitectura, Construcció i Instal·lacions Industrials (n. d.). *Aigua freda i aigua calenta sanitària*

(AFS / ACS). Consultat 18 de Abril de 2019. Universitat politècnica de Catalunya ESEIAAT.

Arquitectura, Construcció i Instal·lacions Industrials (n. d.). *Instal·lacions d'aigua freda i*

calenta: exemple 1. Consultat 18 de Abril de 2019. Universitat politècnica de Catalunya ESEIAAT.

Arquitectura, Construcció i Instal·lacions Industrials (n. d.). *Instal·lació de sanejament*.

Consultat 18 de Abril de 2019. Universitat politècnica de Catalunya ESEIAAT.

7. Annex

7.1. Normativa instal·lacions de sanejament

El dimensionat de la xarxa d'evacuació d'aigües pluvials està recollit al Codi Tècnic de l'Edificació (CTE), al document DB-HS Salubritat, secció HS 5 Evacuació d'aigües. Aquesta secció aplica a les instal·lacions d'evacuació d'aigües tant residuals com pluvials, als edificis en l'àmbit d'aplicació del CTE.

Pel que fa al subministrament d'aigua als inodors amb fluxors, la normativa de dimensionament està recollida al document DB-HS Salubritat, secció HS 4 Subministrament d'aigua.

7.1.1. Dimensionat de la xarxa d'evacuació d'aigües pluvials (extret del DB-HS 5)

7.1.1.1. Xarxa de petita evacuació d'aigües pluvials

El nombre mínim d'embornals que s'han de disposar es troba indicat a la taula 4.6, en funció de la superfície de la coberta:

Tabla 4.6 Número de sumideros en función de la superficie de cubierta	
Superficie de cubierta en proyección horizontal (m²)	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m ²

El nombre d'embornals ha de ser suficient perquè no hi hagin desnivells majors a 150mm, pendents màximes de 0,5%, i per evitar sobrecàrregues a la coberta.

En cas que per disseny no es puguin instal·lar aquests punts de recollida, s'han d'instal·lar sobreexidors.

7.1.1.2. Canalons

El diàmetre nominal del canaló d'evacuació d'aigües pluvials de secció semicircular per una intensitat pluviomètrica de 100 mm/h s'obté de la taula 4.7, i depèn del seu pendent i de la superfície a la que serveix.

Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h				
Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

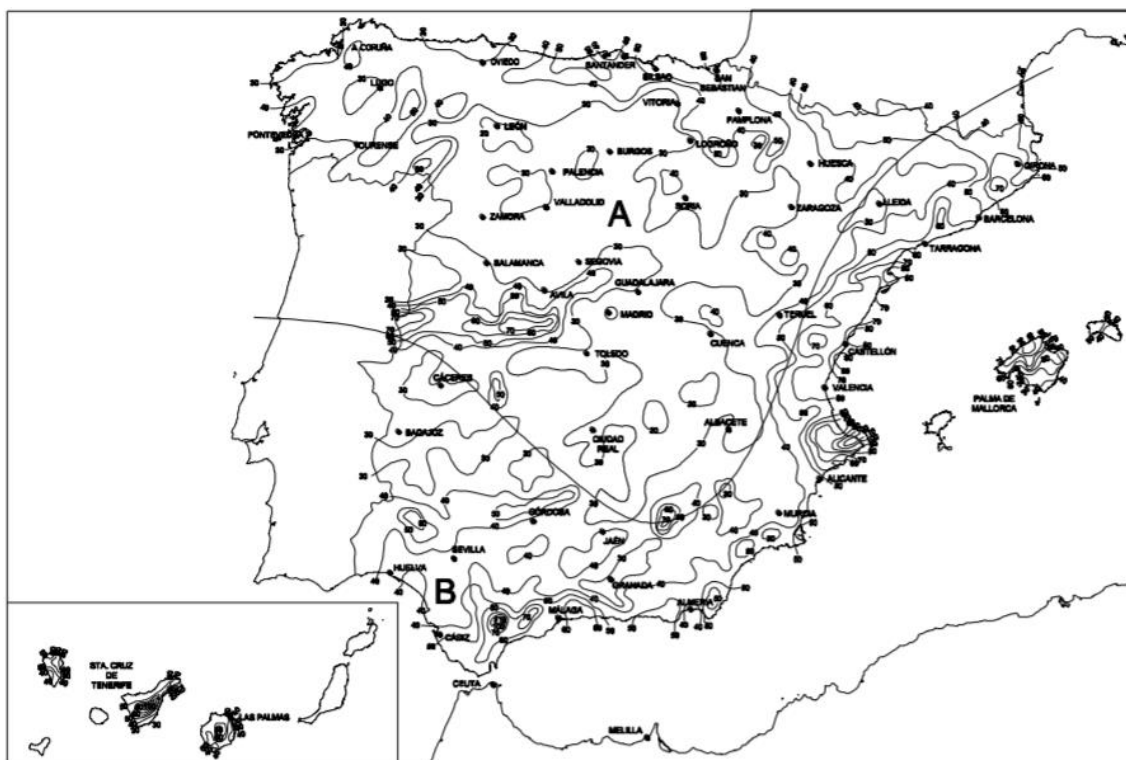


Figura B.1 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

Tabla B.1
Intensidad Pluviométrica i (mm/h)

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Per un règim amb intensitat pluviomètrica diferent a 100 mm/h segons la zona com es pot observar a la imatge anterior (Figura B.1 i Taula B.1), s'ha d'aplicar un factor "f" de correcció a la superfície utilitzada tal que:

$$f = i/100$$

Sent "i" la intensitat pluviomètrica que es vol considerar.

En cas que la secció triada pel canaló no fos semicircular, la secció quadrangular equivalent ha de ser un 10% superior a la obtinguda com secció semicircular.

7.1.1.3. Baixants d'aigües pluvials

El diàmetre del baixant s'obté a partir de la superfície en projecció horitzontal utilitzada per cada baixant, mitjançant la taula 4.8.

Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Igual que al cas dels canalons, per intensitats diferents a 100 mm/h s'ha d'aplicar el factor "f" corresponent.

7.1.1.4. Col·lectors d'aigües pluvials

El diàmetre dels col·lectors d'aigües pluvials s'obtenen a partir de la taula 4.9, en funció de la seva pendent i de la superfície a la que serveix. Es calculen a secció plena en règim permanent.

Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

7.1.1.5. Dimensionament arquetes

A la taula 4.13 s'obtenen les dimensions mínimes necessàries (longitud L i amplada A mínimes) d'una arqueta en funció del diàmetre del col·lector de sortida d'aquesta.

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

7.1.2. Dimensionat de la xarxa d'AFS d'aigües per fluxors (extret del DB-HS 4)

7.1.2.1. Propietats de la instal·lació

La instal·lació ha de subministrar als aparells i equips de l'equipament higiènic els cabals que figuren en la taula 2.1.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinaris con grifo temporizado	0,15	-
Urinaris con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Als punts de consum la pressió mínima ha de ser:

- a) 100 kPa per a aixetes comunes;
- b) 150 kPa per a fluxores i escalfadors.

La pressió en qualsevol punt de consum no ha de superar 500 kPa. 4.5.2.3

La fórmula aproximada per determinar el coeficient de simultaneïtat de cabals d'aigua freda (K), en funció del nº d'aparells sanitaris instal·lats:

$$Q_{simultani} = Q_{instal·lat} * K$$

$$K = \frac{1}{\sqrt{n-1}} > 0,2; \text{ on } n = \text{nombre d'aparells sanitaris}$$

$$P = \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} * d^{4,87}} * 6,05 * 10^5$$

sent:

P = Pèrdua de carga per metre de canonada (bar)

Q = Caudal (l/min)

C = Constant en funció del tipus de canonada (PP-R = 150)

d = Diàmetre interior real del tub (mm)

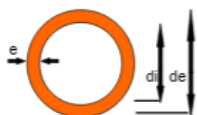
Per estimar la longitud equivalent en metres de cada accessori que es trobi a les instal·lacions s'utilitzarà la següent taula:

Taula de pèrdues per fregament en accessoris i vàlvules (longitud equivalent en m de canonada recte)						
Diàmetre canonada	Diàmetre exterior canonada PP-R	Colze 90º	"T"	Reducció	Vàlvula bola	Vàlvula retenció
1/2"	20	0,5	1,7	0,3	1,35	1,7
3/4"	25	0,6	1,8	0,5	1,75	2,3
1"	32 i 40	0,8	1,9	0,65	2,3	2,85
1 1/4"	50	1	2,4	0,85	2,9	3,7
1 1/2"	63	1,3	3	1	3,5	4,7
2"	75	1,7	4	1,3	4,5	5,75
2 1/2"	90	1,9	4,5	2	5,5	6,9

I les dimensions de les canonades PP-R les podem trobar recollides al catàleg de TecnoPipe:

Tabla de medidas de las tuberías PP-R TECNOPIPE®						
PRESION NOMINAL	Medida		de	di	e	Area
	(mm.)	(pulg.)	(mm.)	(mm.)	(mm.)	(cm2.)
TECNOPIPE® PN10	32	1"	32	26	3	5.31
	40	1"	40	32.6	3.7	8.35
	50	1 1/4"	50	40.8	4.6	13.07
	63	1 1/2"	63	51.4	5.8	20.75
	75	2"	75	61.2	6.9	29.42
	90	2 1/2"	90	73.6	8.2	42.54

Tablas de medidas de las tuberías TecnoPipe®



7.1.2.2. Càlcul de les bombes del grup de pressió

El càlcul de les bombes es farà en funció del cabal i de les pressions d'arrencada i parada de les bombes (mínima i màxima respectivament), sempre que no s'instal·lin bombes de cabal variable. En aquest segon cas la pressió serà funció del cabal sol·licitat a cada moment i sempre constant.

El nombre de bombes a instal·lar en el cas d'un grup de tipus convencional, excloent les de reserva, es determinarà en funció del cabal total del grup. Es disposaran dues bombes per a cabals de fins a 10 dm³/s, tres per a cabals de fins a 30 dm³/s i 4 per a més de 30 dm³/s.

El cabal de les bombes serà el màxim simultani de la instal·lació o cabal punta i vindrà fixat per l'ús i necessitats de la instal·lació.

La pressió mínima o d'arrencada (Pb) serà el resultat de sumar l'alçada geomètrica d'aspiració (Ha), l'altura geomètrica (Hg), la pèrdua de càrrega del circuit (Pc) i la pressió residual en l'aixeta, clau o fluxor (Pr).

7.1.2.3. Dimensionament del dipòsit de pressió

El dipòsit de pressió (dipòsit hidropneumàtic) s'utilitza a la zona de descàrrega de la bomba per mantenir la pressió a nivell quan no hi ha demanda. Això farà que la bomba deixi de funcionar a demanda zero.

El càlcul del volum del dipòsit de pressió, amb un grup de pressió fix, es pot calcular a partir de la següent expressió:

$$V_t = \frac{280 * Q * P_p}{Z * \Delta P}$$

Vt: Volum del dipòsit de membrana (l).

Q: Cabal mitjà d'una sola bomba (m³/h).

Pp= Pressió de parada (kg/cm²).

ΔP= Diferència entre pressió d'aturada i d'arrencada (kg/cm²).

Z = Nombre d'arrencades màxim/hora (Z≈20 estàndard).

7.2. Càlculs de les instal·lacions proposades

7.2.1. Càlculs instal·lacions d'aigües destinades a inodors amb fluxors

Per començar els càlculs, com només disposem de inodors amb fluxors a la instal·lació, utilitzem la taula 2.1 per trobar el consum que aquests tenen. El consum és de 1,25 l/s.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinaris con grifo temporizado	0,15	-

Multiplicant el nombre de fluxors pel consum de cadascun, trobarem el valor de cabal instal·lat de cada tram. Mitjançant les fórmules de cabal i coeficient simultani, i de pressió podrem trobar el diàmetre interior de cada tram:

$$Q = v * S = v * \frac{\pi * \phi_{int}^2}{4} \rightarrow \phi = \sqrt{\frac{4 * Q \left[\frac{m^3}{s} \right]}{v \left[\frac{m}{s} \right] * \pi}} \div 1000 [mm]$$

Per tant, amb l'esquema de fontaneria de les diferents plantes, i la taula de diàmetres de canonades PP-R de l'apartat 4.1.2.1. podem construir la següent taula:

Tram	Nº Fluxors	Qinstal·lat [l/s]	K	Qmaxsimult.[l/s]	Diam int[mm]	DN
1	21	26,25	0,22	5,87	61,13	75
2	19	23,75	0,24	5,60	59,70	75
3	16	20	0,26	5,16	57,34	75
4	13	16,25	0,29	4,69	54,65	75
5	10	12,5	0,33	4,17	51,50	63
6	6	7,5	0,45	3,35	46,21	63
7	2	2,5	1,00	2,50	39,89	50
8	2	2,5	1,00	2,50	39,89	50
9	2	2,5	1,00	2,50	39,89	50
10*	1	1,25	1,00	1,25	28,21	40

Taula 14: Diàmetres instal·lació xarxa d'inodors amb fluxors

*El tram 10 representa tots els trams finals de DN40 que van a cada inodor. Per no repetir els càlculs ja que tots són molts similars, s'han simplificat en un agafant el cas més desfavorable.

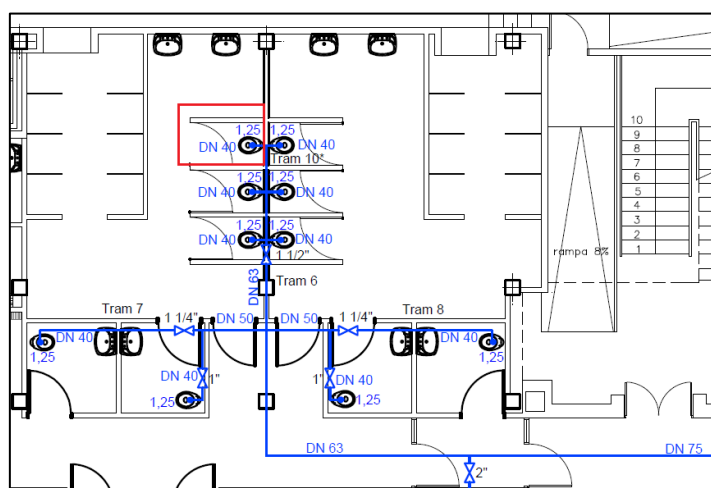
Seguidament calculem la pèrdua de pressió a cada tram:

Tram	Nº Fluxors	Qmaxsimult. [l/s]	Qmaxsimult. [l/min]	Diam int[mm]	AP [bar]
1	21	5,87	352,18	61,13	0,005868
2	19	5,60	335,88	59,70	0,006033
3	16	5,16	309,84	57,34	0,006324
4	13	4,69	281,46	54,65	0,006690
5	10	4,17	250,00	51,50	0,007170
6	6	3,35	201,25	46,21	0,008141
7	2	2,50	150,00	39,89	0,009668
8	2	2,50	150,00	39,89	0,009668
9	2	2,50	150,00	39,89	0,009668
10*	1	1,25	75,00	28,21	0,014502

Taula 15: Pèrdua de pressió a cada tram de la instal·lació

La pèrdua de càrrega que ens interessa pel dimensionament del grup de pressió, és la del cas més desfavorable, és a dir, l'inodor que estigui més allunyat d'aquest.

Aquest inodor és el següent:



Imatge 28: Inodor amb fluxor més desfavorable

Aquest inodor l'alimenten els trams 1, 2, 3, 4, 5, 6, i 10, per tant, calculem la pèrdua de càrrega total a partir dels elements que es troben únicament a aquests trams.

Mitjançant la taula de pèrdues per fregament d'accessoris de l'apartat 4.1.2.1., analitzem les longituds equivalents de cada accessori que es troba a cada tram fins l'inodor indicat anteriorment:

Tram	DN	L	Colze 90º	"T"	Reducció	Vàlvula bola	Vàlvula retenció
1	75	3,0	1	2	0	2	1
2	75	16,00	0	3	0	1	0
3	75	10,50	0	3	0	0	0
4	75	10,50	0	3	0	0	0
5	63	21,0	1	2	1	0	0
6	63	17,00	1	0	0	1	0
10*	40	2,00	1	0	0	1	0

Taula 16: Accessoris de cada tram fins l'inodor més desfavorable

Es realitza el sumatori de pèrdues de pressió de cada tram mitjançant les pèrdues de pressió i les longituds equivalents:

$$\begin{aligned}\Delta P = & 5,868 * 10^{-3}(3 * 1 * 1,7 + 4 * 2 + 2 * 4,5 + 1 * 5,75) + \\ & + 6,033 * 10^{-3}(16 + 3 * 4 + 1 * 4,5) + 6,324 * 10^{-3}(10,5 + 3 * 4) + \\ & + 6,69 * 10^{-3}(10,5 + 3 * 4) + 7,17 * 10^{-3}(21 + 1 * 1,3 + 2 * 3 + 1 * 1) + \\ & + 8,141 * 10^{-3}(17 + 1 * 1,3 + 1 * 3,5) + 14,5 * 10^{-3}(2 + 1 * 0,8 + 1 * 2,3) = \boxed{1,11 \text{ bar}}\end{aligned}$$

$$P_{in} = \Delta P + Hg + P_{fin}$$

Estimem per "Hg" una alçada aproximada d'un metre, mentre que el codi tècnic ens especifica que el fluxor més desfavorable ha de tenir com a mínim 1,5 bars de pressió ($P_{fin}=1,5 \text{ bar}$).

$$P_{min} = 1,11 + 1 + 1,5 = \boxed{3,6 \text{ bar}}$$

Per tant, obtenim la pressió mínima que ha de tindre el grup de pressió, de **3,6 bar**.

La pressió màxima d'aturada de les bombes ha de ser la pressió mínima més la diferència entre pressió d'aturada i d'arrencada (normalment 3 bar), per tant:

$$P_a = 6,6 \text{ bar}$$

Seguidament es dimensiona el dipòsit de pressió mitjançant l'expressió de l'apartat 4.1.2.3:

$$V_t = \frac{280 * Q * P_p}{Z * \Delta P} = \frac{280 * \frac{5,87l}{s} * \frac{3600s}{1000l} * 6,6 \text{ bar}}{20 * 3 \text{ bar}} = 650,86 \approx 650l$$

Escollim un dipòsit de pressió de **650 litres**.

Finalment, a l'apartat 4.1.2.2. s'ha pogut veure que el codi tècnic menciona que s'ha de disposar de dues bombes per a cabals de fins a $10 \text{ dm}^3/\text{s}$, per tant, degut a que la nostra instal·lació necessita un cabal màxim de $5,87 \text{ l/s}$, s'instal·laran dues bombes.

7.2.2. Càlculs instal·lacions d'aigües pluvials proposades

7.2.2.1. Càlcul dels col·lectors

A l'apartat 4.1.1.2. podem observar el plànol d'espanya amb les diferents isohietes i zones pluviomètriques. Barcelona es troba a la Zona B i la isohieta 50, per tant, s'estima una intensitat pluviomètrica de 110 mm/h.

Tabla B.1
Intensidad Pluviométrica i (mm/h)

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Donat que tenim una intensitat diferent de 100 mm/h, apliquem el factor de correcció:

$$f = \frac{i}{100} = \frac{110}{100} = 1,1$$

Recalculem amb el coeficient les superfícies útils de cada coberta:

$$Sup. pavelló = 620m^2 * 1,1 = 682m^2$$

$$Sup. Ed. Central Tram 2 = 80m^2 * 1,1 = 88m^2$$

$$Sup. Ed. Central Tram 2 = 124m^2 * 1,1 = 136,4m^2$$

$$Sup. Piscina = 324m^2 * 1,1 = 356,4m^2$$

Mitjançant la taula 4.9 del DB-HS 5 de l'apartat 4.1.1.4. del treball, podem extreure els diàmetres dels col·lectors d'aigües pluvials, per un pendent del 1% (escollit per les llargues distàncies entre arquetes:

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

$$Sup. pavelló \rightarrow \varnothing 200mm$$

$$Sup. Ed. Central Tram 2 \rightarrow \varnothing 90mm$$

$$Sup. Ed. Central Tram 3 \rightarrow \varnothing 110mm$$

$$Sup. Piscina \rightarrow \varnothing 160mm$$

7.2.2.2. Càlcul dels baixants

A les instal·lacions proposades es disposen 3 baixants. Els calculem mitjançant la taula 4.8 de l'apartat 4.1.1.3.:

$$Sup. pavelló = 620m^2 * 1,1 = 682m^2$$

$$Sup. Ed. Central = 204m^2 * 1,1 = 224,4m^2$$

$$Sup. Piscina = 324m^2 * 1,1 = 356,4m^2$$

Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Baixant1 (B1) → Ø125mm

Baixant2 (B2) → Ø90mm

Baixant3 (B3) → Ø110mm

7.2.2.3. Càlcul de les arquetes

A l'apartat 4.1.1.5. podem trobar la taula del DB-HS 5, sobre com dimensionar les arquetes. Aquestes es dimensionen en funció del diàmetre del col·lector de sortida d'aquesta.

De les arquetes que només hi entra un col·lector, la sortida d'aquest serà igual al d'entrada. A l'arqueta total on entren 3 col·lectors, el col·lector de sortida es calcula com un nou col·lector, amb tota la superfície de les cobertes:

$$Sup. Total = 682 + 224,4 + 356,4 = 1262,8m^2$$

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Per tant, a partir de la taula 4.13 de dimensions de les arquetes, obtenim:

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
L x A [cm]	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Arqueta	Diàmetre col·lector sortida	Dimensions
A1	160 mm	60x60 mm
A2	110 mm	50x50 mm
A3	200 mm	60x60 mm
AT	250 mm	60x70 mm

Taula 17: Dimensions arquetes

NOM DE L'ESTUDIANT : Carlos Mandome García

DATA : 20/04/2019

TITULACIÓ : Máster en Ingeniería Industrial (MUEI)

CONVOCATÒRIA : 1

PARÀMETRE A VERIFICAR: ASPECTES FORMALS - CONTINENT	RESULTAT			
	1	2	3	COMENTARIS
A1 - Formats portades			X	
A2 - Sumari de continguts			X	
A3 - Sumari de taules i figures			X	
A4 – Ortografia / Unitats			X	
A5 – Taules / Gràfics			X	
A6 – Formats dels documents			X	
A7 – Extensió de la memòria			X	
A8 - Bibliografia			X	
A9 - Relació de documents			X	
PARÀMETRE A VERIFICAR: ASPECTES FORMALS - CONTINGUT	RESULTAT			
	1	2	3	COMENTARIS
B1 – Plantejament problema			X	
B2 – Antecedents i estat de l'art			X	
B3 – Plantejament i justificació solucions			X	
B4 – Acompliment abast i especificacions			X	
B5 – Aspectes econòmics, ambientals i seguretat		X		Aspectes de seguretat no tractats
B6 – Aspectes temporals			X	
B7 – Conclusions i recomanacions			X	

1.- DEFICIÈNCIES GREUS / 2.-DEFICIÈNCIES MENORS / 3.- NO S'HAN IDENTIFICAT DEFICIÈNCIES

Aspectes formals - Continent

- A1. Formats adequats de les portades dels documents (**han d'incloure la data/convocatòria, el logo i el nom de l'Escola, el títol del treball, el nom dels estudis, el nom de l'estudiant/a i el nom del director/a del treball**).

- A2. Sumari de continguts correctament desenvolupat:

INTRODUCCIÓ

- Objecte del TFG / TFM.
- Abast del TFG i TFM.
- Requeriments del TFG / TFM (especificacions bàsiques).
- Justificació de utilitat / necessitat / oportunitat del TFG / TFM.

DESENVOLUPAMENT

- Antecedents, revisió de l'estat de l'art, si s'escau.
- Plantejament i decisió sobre les possibles solucions.
- Desenvolupament de la o les solucions escollides.

RESUM DE RESULTATS

- Resum de pressupost o estudi de viabilitat econòmica.
- Anàlisi i valoració de les implicacions ambientals.
- Planificació i programació de la fase següent.
- Conclusions i recomanacions de continuïtat.
- Bibliografia i normativa considerada.

- A3. Existència de sumari de taules i figures del treball.
- A4. Absència de faltes d'ortografia al document i ús adequat de les unitats del Sistema Internacional.
- A5. Taules amb un nombre de decimals significatiu i gràfics ben identificats i amb eixos clarament definits.
- A6. Formats de títols, text, justificacions i interlineats coherents al llarg dels documents.
- A7. Extensió de la memòria adequada (70 pàgines approx).
- A8. Bibliografia i referències ben documentades, i *citades totes correctament* en el treball.
- A9. Relació de documents del treball adequats segons la tipologia de projecte o estudi:
 - Memòria i Annexes (sempre).
 - Pressupost (sempre).
 - Plànols (a projecte; a estudi si s'escau).
 - Plec de condicions (a projecte).

Aspectes formals – Contingut

- B1. Adequat plantejament del problema (a l'objecte i la justificació) i adequat plantejament de la seva solució (a l'abast i les especificacions):
 - Objecte : Resultat final que es vol aconseguir.
 - Justificació de la necessitat / Justificació de la utilitat: Plantejament del problema des d'una visió global i aproximant-lo a una visió específica.
 - Abast: Desenvolupament de les activitats per arribar a la solució.
 - Especificacions bàsiques o requeriments bàsics: Restriccions sobre la solució proposada.
- B2. Desenvolupament dels antecedents i de l'estat de l'art.
- B3. Plantejament de les solucions possibles i alternatives, i justificació de la solució proposada.
- B4. Desenvolupament de la solució proposada fins el nivell de profunditat marcat a l'abast i justificació de l'acompliment de les especificacions o requeriments definits a l'inici.
- B5. Desenvolupament dels aspectes econòmics, ambientals i de seguretat del treball (si s'escau).
- B6. Desenvolupament dels aspectes temporals del projecte (planificació de tasques i programació temporal del desenvolupament futur del treball).
- B7. Desenvolupament de les conclusions (*en coherència amb l'objecte i l'abast inicials*) i recomanacions del treball (*en referència a futures activitats relacionades*).

Aquest autoinforme **no té com a objectiu la avaluació específica dels continguts** dels documents de TFG / TFM doncs aquesta avaluació la durà a terme el tribunal que es designi per a aquesta tasca. Per tant, les **indicacions que aquí es donen** només fan referència a la **millora dels aspectes formals** dels documents que seran avaluats, a la **coherència existent entre el que es descriu que es farà al plantejament del TFG / TFM i el que s'explica** en el desenvolupament del TFG / TFM, així com a la **presència dels capítols referents a l'anàlisi de les implicacions econòmiques, ambientals, temporals i de seguretat** del treball desenvolupat.

NOTA MOLT IMPORTANT:

AQUEST AUTO-INFORME SERÀ CONSIDERAT COM **FAVORABLE** SI NO S'INDIQUEN DEFICIÈNCIES GREUS A CAP DELS ASPECTES DE CONTINGUT I EL NOMBRE DE DEFICIÈNCIES GREUS ALS ASPECTES DE CONTINGUT ÉS INFERIOR O IGUAL A TRES.

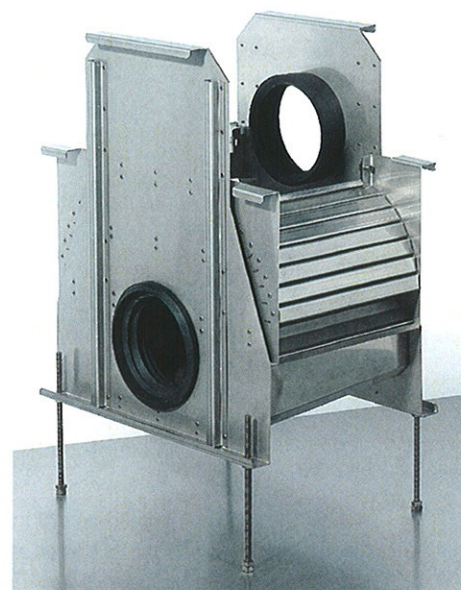
Descripción:

Filtro de agua de lluvia para montaje en superficies de techo más grandes. El 3P Filtro de volumen VF2 debe ser instalado en un antepozo (Ø 1000 mm). Por lo general se usan pozos de hormigón estándar. El filtro puede suministrarse al emplazamiento de obra en forma preinstalada en el pozo. Con su principio de limpieza de 2 niveles (primero limpieza gruesa, luego fina) alcanza un alto grado de rendimiento, sin importar el flujo volumétrico. Debido a la posición muy inclinada del inserto de filtro se lava la suciedad filtrada continuamente hacia la canalización, con montaje de la conexión de canal en el mismo pozo. La suciedad se cae aquí sobre el suelo del pozo y se expulsa en caso de lluvias muy intensas.

Capacidad relativa de conexión según DIN 1986 hasta 850 m² de superficie de techo con una intensidad de lluvia de 300 l/(s·ha). Con una instalación de bypass se permite también una superficie de conexión más grande. Caudal máx. de inserto de criba 3,0/seg = 10,8 m³ en agua limpia por hora.

Entrada de agua de lluvia DN200
Entrada de depósito de lluvia DN 150
Salida de canalización DN 200
Diferencia de altura entre entrada y salida 320 mm.

Intervalo de mantenimiento según grado de contaminación, 1 a 2 veces por año.

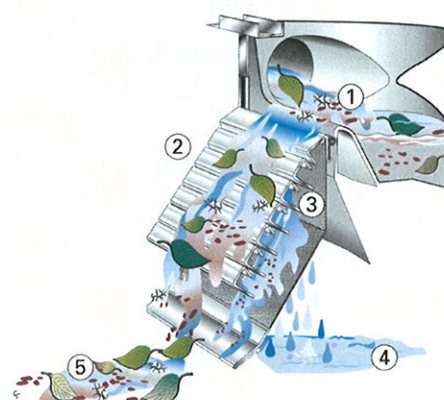


Principio funcional:

1. El agua de lluvia ingresada se acumula en la cuba y se conduce en forma homogénea en ambos lados por cascadas = principio de agua que rebasa.
2. Limpieza previa con el principio de cascada. La suciedad gruesa es expulsada por las cascadas directamente hacia la canalización.
3. El agua prepurificada llega hacia la criba (ancho de malla 0,4 x 1 mm). Debido a la estructura especial del tejido de criba y su posición inclinada, la suciedad

filtrada se cae aquí sobre el suelo del pozo. En caso de lluvias muy intensas, el filtro presenta pérdidas mayores, las cuales las cuales expulsan la suciedad filtrada hacia la canalización.

4. El agua purificada se recolecta en la cuba inferior y se conduce por el tubo DN 150 al depósito de lluvia.
5. La suciedad filtrada se expulsa luego a través del pozo hacia la canalización.



Datos técnicos:

Filtro de agua de lluvia según DIN 1989-2, tipo C

Conexión de entrada : DN 200

Salida al depósito: DN 150

Salida al canal: DN 200

Diferencia de altura entre entrada y salida 320 mm.

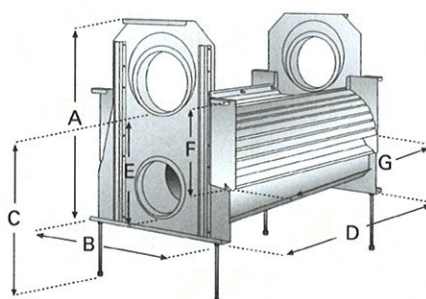
Material del cuerpo de filtro: Acero inoxidable 4016

Material de criba de filtro: Acero inoxidable 1.4301

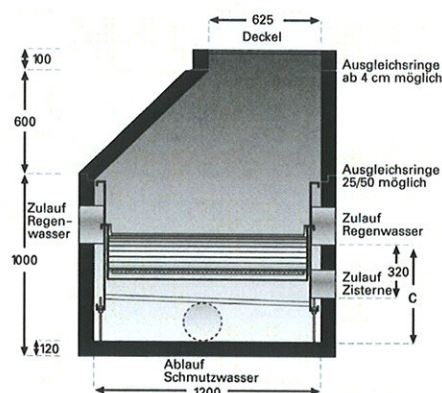
Ancho de malla: 0,4 x 1 mm

Pies = Vástagos roscados M10 con tuercas de acero inoxidable, largo 250 mm

Peso: 24,2 kg



A 670 mm
B 540 mm
C 520 mm
D 390 mm
E 320 mm
F 275 mm
G 320 mm

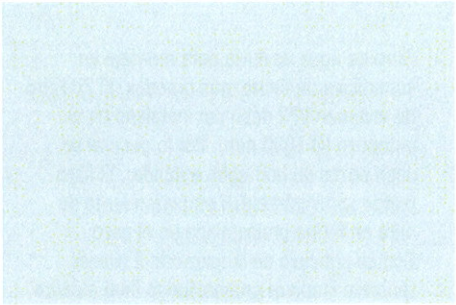
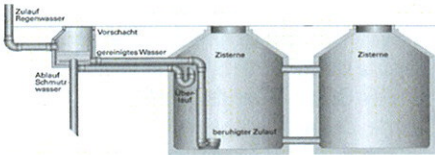
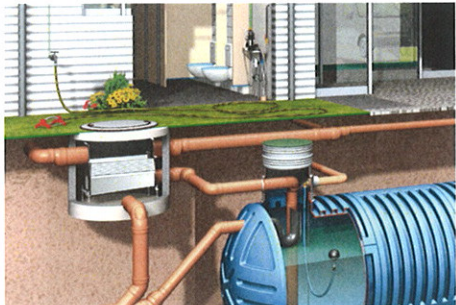


Ejemplo de aplicación 1:

Montaje de un filtro grande en antepozo.

Ejemplo de aplicación 2:

Aplicación de varias cisternas de hormigón conectadas en serie.

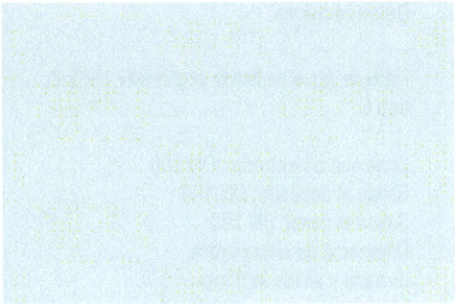
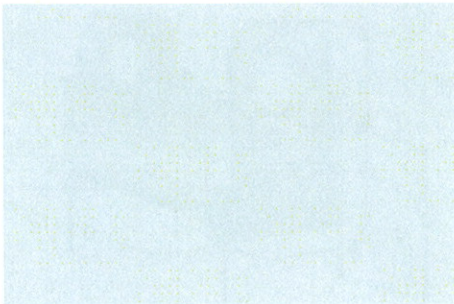
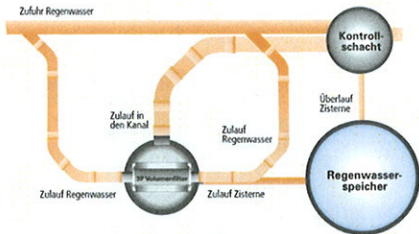


Texto de descripción:

Pos.	Cantidad	Artículo	Precio en €
1.1		3P Filtro de volumen VF2 Filtro para montaje en un antepozo (Ø 1000 mm). Entrada de agua de lluvia DN 200. Salida a cisterna DN 150. Diferencia de altura entre entrada de agua de lluvia y salida a cisterna 320 mm. Insertos de filtro con filtro fino integrado 0,4 x 1 mm, de acero inoxidable Capacidad de conexión según DIN 1986 hasta 850 m2 de superficie de techo con una intensidad de lluvia de 300 l/(sxha).	
1.2		Pozo de hormigón para 3P Filtro de volumen VF2 Incl. montaje del 3P Filtro de volumen VF2 Diámetro interior 1000 mm, alto 75 cm, cono Ø 100/60-60h con cubierta Goebel con capacidad de carga hasta 5 t. El pozo debe equiparse con tres manguitos KG y empaquetaduras Forsheda. Entrada de agua de lluvia DN 200, salida a cisterna DN 150, salida al canal DN 200. El suelo de pozo debe tener una inclinación (5cm) hacia la conexión del canal.	

Situación óptima de montaje:

En caso de divergencias en el tamaño de techo o diámetro de tubo, sobre la base de los valores estándares, es posible aplicar una instalación según norma DIN, como se indica abajo.



Observaciones:

Unidad de envase:
m³-Caja: 2 pzs.
Palet: 6 pzs.
EAN: 4018712001891

Ficha técnica

Panel de control de cloración

Modelo C 640/ CI



Descripción

Regulador con medidor C640 montado en panel

PE-HD, incluyendo todos los accesorios necesarios según la configuración para su correcto funcionamiento como:

Filtro de protección, sonda, portasondas, válvulas de ajuste de caudal, tuberías de alimentación hidráulica, electroválvula (mod.C640/Cd-E .V), válvula toma de muestras, etc .

Especificaciones

Contactos ON-OFF de maniobra libres de tensión.

Protección IP-65 .

Temperatura de trabajo 0° a 45°C .

Alimentación eléctrica 220V .

Dimensiones

Altura 800 mm; Anchura 600 mm; Profundidad 155 mm

Depósitos de poliéster



3. Depósitos de poliéster

totagua[•]



Depósitos de Poliéster

Fabricados en PRFV (poliéster reforzado en fibra de vidrio), inalterable frente a agentes ambientales.

Sistema de fabricación según la norma ISO 9001:2000 y las normas Merkblatt N-1, BS 4994, UNE EN-976 y UNE 53-496-93

Proceso de fabricación Filament Winding (hilo bobinado en continuo).

Fabricamos hasta 12 metros de altura, en diámetros de hasta 4,5 metros, tanto abiertos como cerrados.

Pueden descargar los planos de instalación desde nuestra [página web](#).



Modelos de depósitos enterrados

DEPÓSITOS ENTERRADOS VERTICALES

Modelo	Volumen lts	Ø Diámetro mm	Longitud mm	Peso Kg.
CVE-5	5.000	2.000	2.035	250
CVE-8	8.000	2.000	2.950	300
CVE-10	12.000	2.000	3.580	375
CVE-15	15.000	2.500	3.480	500
CVE-20	20.000	2.500	4.500	600
CVE-25	25.000	2.500	5.550	725

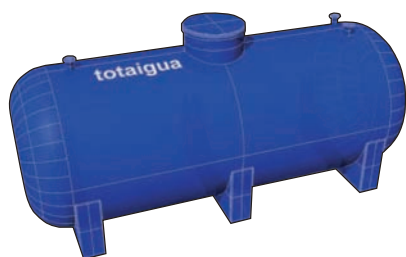


DEPÓSITOS ENTERRADOS HORIZONTALES

Modelo	Volumen lts	Ø Diámetro mm	Longitud mm	Peso Kg.
CHE-8	8.000	2.000	3.040	400
CHE-10	10.000	2.000	3.700	500
CHE-12	12.000	2.000	4.340	600
CHE-15	15.000	2.000	5.290	700
CHE-20	20.000	2.500	4.910	700
CHE-25	25.000	2.500	5.600	900
CHE-30	30.000	2.500	6.650	1.000
CHE-35	35.000	2.500	7.670	1.200
CHE-40	40.000	2.500	8.700	1.300
CHE-45	45.000	2.500	9.710	1.400
CHE-50	50.000	3.000	8.040	1.700



Modelos de depósitos aéreos



DEPÓSITOS AÉREOS HORIZONTALES

Modelo	Volumen lts	Ø Diámetro mm	Longitud mm	Peso Kg.
CHPS-8	8.000	2.000	3.040	400
CHPS-10	10.000	2.000	3.700	450
CHPS-12	12.000	2.000	4.340	500
CHPS-15	15.000	2.000	5.290	600
CHPS-20	20.000	2.500	4.910	700
CHPS-25	25.000	2.500	5.600	1.100
CHPS-30	30.000	2.500	6.650	1.400
CHPS-35	35.000	2.500	7.670	1.600
CHPS-40	40.000	2.500	8.700	1.800
CHPS-45	45.000	2.500	9.710	2.000
CHPS-50	50.000	3.000	8.040	2.300
CHPS-60	60.000	3.000	9.460	2.500
CHPS-100	100.000	3.500	10.950	consultar



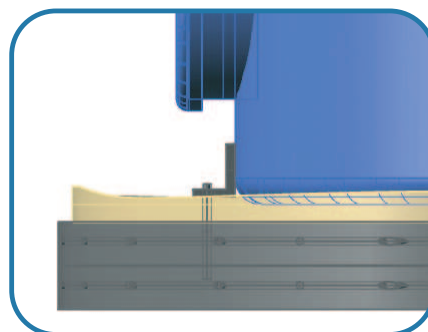
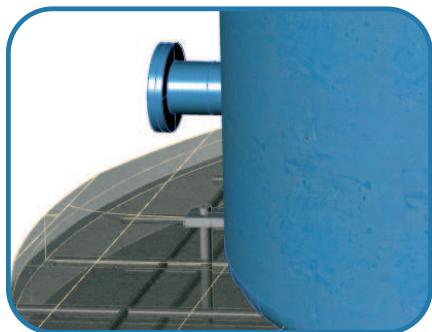
DEPÓSITOS AÉREOS VERTICALES

Modelo	Volumen lts	Ø Diámetro mm	Longitud mm	Peso Kg.
CVCFP-5	5.000	2.000	2.035	200
CVCFP-8	8.000	2.000	2.950	250
CVCFP-10	10.000	2.000	3.580	300
CVCFP-12	12.000	2.000	4.200	350
CVCFP-15	15.000	2.000	5.170	400
CVCFP-20	20.000	2.500	4.500	500
CVCFP-25	25.000	2.500	5.550	600
CVCFP-30	30.000	2.500	6.650	850
CVCFP-35	35.000	2.500	7.550	1.000
CVCFP-40	40.000	2.500	8.675	1.100
CVCFP-45	45.000	2.500	9.650	1.200
CVCFP-50	50.000	3.000	7.530	1.400
CVCFP-60	60.000	3.000	8.930	1.600
CVCFP-100	100.000	3.500	10.700	consultar
CVCFP-150	150.000	4.000	12.350	consultar

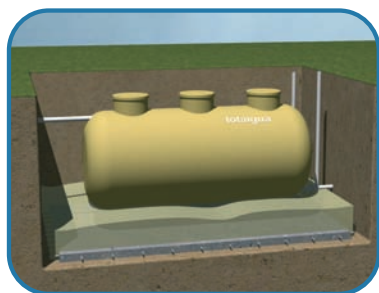


Recomendaciones de montaje de depósitos aéreos

- 1º paso:** Compactar y nivelar el suelo donde se va a alojar el depósito, dándole una resistencia mecánica apta.
- 2º paso:** Realizar una solera de hormigón de 20 a 50 Cm. de espesor según altura de depósito de H-250 armado con mallazo 100.100.10 Ø. En esta solera se deben anclar seis pernos para la sujeción del depósito.
- 3º paso:** Depositar un lecho de arena fina cribada de 5 cm. de espesor.
- 4º paso:** Colocar el depósito sobre la base de arena lavada y llenarlo una 1/5 parte.
- 5º paso:** Fijar los perfiles del depósito a los seis pernos de espera mecánicamente.



Recomendaciones de montaje de depósitos enterrados



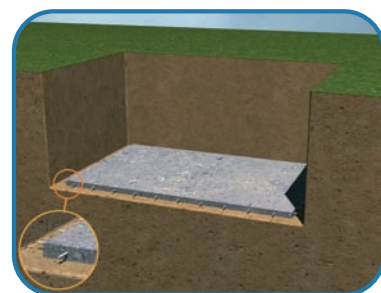
EXCAVACIÓN DEL FOSO:

La profundidad del foso debe ser la suma del diámetro o de la altura del equipo, la losa de hormigón armado, la capa de hormigón tierno y la distancia entre la cisterna y el nivel del suelo. Esta distancia variará en función del tipo de instalación.

LECHO Y MATERIAL DE RELLENO:

Una vez construida la losa de hormigón deben rellenar con hormigón tierno de resistencia 100 Kg/cm² una altura de 250mm. Situar el tanque, con el hormigón aún tierno, llenarlo de agua hasta un tercio de su capacidad.

Una vez asentado y nivelado se sigue rellenando el foso con hormigón hasta cubrir una altura de 1/3 de la altura del depósito y una anchura de 300mm.



ANCLAJE:

El depósito se anclará mecánicamente mediante eslingas de sujeción. Éstas deben situarse en los costillares marcados del depósito. La distancia entre puntos de anclaje debe ser igual al diámetro del tanque + 300mm a cada lado del mismo.

Los puntos de anclaje en el fondo del foso deben alinearse. Pueden utilizarse las orejas como punto de sujeción mediante eslingas.

ARQUETAS:

En los depósitos totalmente enterrados hay que colocar una arqueta sobre cada una de las aberturas de acceso al depósito.

Las arquetas no han de transmitir a las paredes del depósito ningún tipo de carga que pueda dañarlas o al aislamiento.

